

**MAESTRÍA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS
CONSTRUCTIVISTAS PARA EL PROFESOR DE QUÍMICA**

**TESIS
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

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

**P R E S E N T A
ADRIANA MONTEAGUDO LEÓN**

**A S E S O R A
ROXANA DENISE PASTOR FASQUELLE**

2008



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.

JURADO ASIGNADO AL TEMA:

PRESIDENTE: DR. LUCIO ARREOLA GONZÁLEZ

SECRETARIO: M. EN C. JOSÉ MANUEL MÉNDEZ STIVALET

VOCAL: DR. JOSÉ LUIS CÓRDOVA FRUNZ

1er. SUPLENTE: DR. PLINIO JESÚS SOSA FERNÁNDEZ

2do. SUPLENE M. EN C. MARCELA GONZÁLEZ FUENTES

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

SUSTENTANTE

ADRIANA MONTEAGUDO LEÓN

ASESORA DEL TEMA

ROXANA DENISE PASTOR FASQUELLE

A la Universidad Nacional Autónoma de México por permitirme una vez más, desplegar mi mente a nuevos horizontes.

A la Escuela Nacional Preparatoria por promover mi desarrollo hacia una mejor docencia.

A la DGAPA por su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Al honorable jurado revisor de esta tesis:

Dr. Lucio Arreola González, M. en C. José Manuel Méndez Stivalet, Dr. José Luis Córdova Frunz, Dr. Plinio Sosa Fernández y M. en C. Marcela González Fuentes, por sus valiosos comentarios.

Por tu atinada asesoría a lo largo de esta experiencia...M. en C. Roxana Denise Pastor Fasquelle.

Por tu ayuda incondicional...Q.F.B. Laura Sánchez Ortega.

Por mostrarme este nuevo camino...mis profesores de la MADEMS.

Hay momentos en los que una sonrisa, una mirada, una frase o un abrazo son trascendentales...mis amigas y amigos

Su labor no es fútil...todas aquellas personas que directa o indirectamente forman parte de este trabajo.

Para Donaji
por caminar a mi lado

El éxito...
no es un lugar,
no es algo material,
tampoco una posición
en el escalafón.

Es sólo una sensación
que se vive
en ráfagas,
en momentos,

en instantes
de felicidad,
al andar los caminos
para llegar a él.

*En los tiempos
de miel, así como
en los de incertidumbre,
puedo detenerme
y sé que allí los encontraré
...mi familia*

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	3
CÁPITULO 1	4
FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA	4
Orientación educativa	4
Situación actual de la ENP en el contexto nacional de la Educación Media Superior	5
La enseñanza de la química en la ENP	7
Cuestionario aplicado a los docentes de la ENP	7
CAPITULO II	12
MARCO TEÓRICO	12
a) Teorías del aprendizaje	12
El constructivismo	13
Modelos de enseñanza de las ciencias	14
Principales modelos	14
El modelo de transmisión-recepción	14
El modelo conductista	15

El modelo de descubrimiento	16
El modelo constructivista	16
b) Secuencias de enseñanza-aprendizaje	18
Rol del docente	19
Validación de secuencias didácticas	20
Perspectiva histórica del trabajo de laboratorio	20
Trabajos prácticos	22
c) El laboratorio como fuente de investigación	23
La guía en el laboratorio	26
Ideas alternativas	30
Factores que inhiben el aprendizaje	33
d) Secuencia didáctica basada en el trabajo de laboratorio	34
Concepto a estudiar	35
La densidad	35
Planeación de la secuencia didáctica propuesta	36
CAPITULO III	38
METODOLOGÍA	38
Secuencia didáctica del concepto de densidad	38

Cuestionario dirigido a los docentes de la ENP y su análisis de resultados	70
ANEXO II	77
Práctica de laboratorio aplicada a los alumnos de los grupos control A_1 y A_2	77
ANEXO III	78
Exposición de las ideas previas de los estudiantes	78
Revisión del cambio de las ideas previas de los estudiantes	78

RESUMEN

Uno de los posibles obstáculos que pueden presentar los educandos que inician sus estudios en ciencias, radica en que el estudio de éstas puede no ser sencillo y, consecuentemente, su enseñanza tampoco lo es. Por ello es de suma importancia que los profesores cuenten con apoyos suficientes para promover su aprendizaje. Particularmente el estudio de la química suele ser en sí problemático. El presente trabajo muestra una propuesta para la elaboración de secuencias didácticas constructivistas dirigida a los docentes de química, en la que se manifiesta el trabajo de laboratorio como parte fundamental del aprendizaje científico.

Con el propósito de explicar cómo se lleva a cabo el desarrollo de la secuencia didáctica se ha ejemplificado mediante la aplicación de la misma a estudiantes del quinto grado de bachillerato, con el tema de densidad, concepto incluido en el programa de estudio de Química III de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). De esta manera se pretende que los docentes la utilicen como referencia en el diseño de futuras secuencias didácticas de temas incluidos en los programas de estudio de las asignaturas de química.

Para identificar los logros de los alumnos, tanto a nivel conceptual, como a nivel metodológico, se realizó una validación empírica en función de las actividades planeadas. Los resultados obtenidos al aplicar la secuencia didáctica arrojaron a la luz muchos beneficios en favor del aprendizaje de los estudiantes, entre los cuales podemos mencionar:

- Promueve el pensamiento hipotético deductivo (formal).
- Favorece la toma de decisiones y la reflexión.
- Propicia el aprendizaje significativo.

De forma general la secuencia didáctica propuesta logra que el educando asuma la responsabilidad de su aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

La química corresponde a las materias de ciencias, en la que se utiliza el laboratorio como parte fundamental de la enseñanza, al hacer una investigación crítica de las prácticas de laboratorio que se realizan en la ENP nos encontramos, que generalmente los profesores o los manuales de prácticas que se utilizan, plantean las experiencias prácticas como meras instrucciones. Es así como las prácticas convierten en simples manipulaciones que son mediciones o cálculos a los que los alumnos ya están tan acostumbrados que las realizan sin tener la menor idea de qué es lo que están haciendo o por qué lo hacen.

Este tipo de actividades prácticas están transmitiendo, en general, una idea errónea acerca del trabajo científico, asumiéndolo como seguir una simple "receta" en la que se deben realizar mediciones y cálculos (sin demeritar la importancia de éstos). No se toma en cuenta la importancia que deben tener aspectos básicos para la construcción del conocimiento, como son:

- poner en claro la problemática a resolver
- reflexionar acerca del trabajo que se ha de realizar

Así como la participación de los alumnos en:

- el planteamiento de la hipótesis
- el diseño de los experimentos
- el análisis de resultados
- la realización de las conclusiones

Para poder lograr este tipo de competencias en los alumnos es necesario hacer conscientes a los docentes del bachillerato de que existe una nueva forma de pensar el aprendizaje, en donde el estudiante no debe ser un mero receptor de lo que ellos "saben" o le quieran "transmitir", pues el aprendizaje no es un objeto que se puede adquirir, es un proceso a través del cual los estudiantes son capaces de modificar su conducta y su entorno ante los estímulos que se producen en él.

En este trabajo se propone una secuencia didáctica, en la que se muestra una forma diferente de realizar las prácticas de laboratorio, en la cual se involucra al estudiante como constructor de su propio conocimiento y principal formador y ejecutor de sus capacidades.

OBJETIVOS GENERALES

- Proponer una secuencia didáctica que involucre al alumno como constructor de su propio conocimiento
- Presentar este trabajo como referencia para que el profesor de química de Educación Media Superior desarrolle secuencias didácticas que promuevan el aprendizaje de diversos conceptos de esta disciplina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de densidad, y aplicarla a los estudiantes de dos grupos de manera experimental, teniendo a otros dos grupos de estudiantes como control.
- Identificar si la secuencia didáctica propicia logros significativos en los alumnos, tanto a nivel conceptual como en lo relativo al desarrollo del procedimiento.
- Mostrar que esta forma de presentar las prácticas de laboratorio influyen positivamente en el aprendizaje de los alumnos y pueden llegar a ser parte fundamental de la enseñanza en la asignatura de química.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN ACADÉMICA

Orientación educativa

Para fundamentar y realizar este estudio se tomó como base el modelo educativo (plan de estudios) de la Escuela Nacional Preparatoria. Ésta fue creada en 1867, y en 1910 pasa a formar parte de la Universidad Nacional de México, que en 1929 se convierte en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

La orientación educativa del bachillerato en la UNAM se puede resumir mencionando que en 1956 existía un plan de estudios en el que había poca atención a las materias científicas, y un mayor contenido socio-humanístico que propiciaba el egreso de generaciones con un limitado conocimiento científico que repercutía en la inclinación de la matrícula hacia licenciaturas no científicas.

En 1964 el connotado científico Dr. Ignacio Antonio Chávez, entonces Rector de la Máxima Casa de Estudios, reforma el programa dándole una orientación moderna. Aumentó de dos años a tres el ciclo escolar argumentando: “El Bachillerato no es una secundaria amplificada. Tiene finalidades muy distintas, esencialmente formativas de personalidad y algunas específicas, de preparación para una carrera determinada”. En el documento, los objetivos se definen así:

1. Desarrollo integral de las facultades del alumno para hacer de él un hombre cultivado.
2. Formación de una disciplina intelectual, que lo dote de un espíritu científico.
3. Formación de una cultura general que le dé una escala de valores.
4. Formación de una conciencia cívica que le defina sus deberes con su familia, frente a su país y frente a la humanidad.
5. Preparación especial para abordar una determinada carrera profesional.

Situación actual de la ENP en el contexto nacional de la Educación Media Superior

La Educación Media Superior (EMS) es de suma importancia para el país, pues de ella depende la educación de los jóvenes que se dirigirán al campo laboral, hacia una carrera técnica o hacia una carrera universitaria. Se ha diagnosticado que el sistema de EMS actual está rebasado por las transformaciones sociales y que no es equitativo, ya que se ha dado mayor importancia al crecimiento de la matrícula que a la calidad en la educación y a la ausencia de modelos de enseñanza para estructurar un aprendizaje significativo. Así como a la falta de profesores formados para el ejercicio de la docencia en este nivel educativo.

A este respecto todavía existe la creencia de que se pueden aprender contenidos científicos organizados sin considerar los procesos mediante los cuales se estructuran y adquieren significado en el estudiante, y la idea errónea de que si el profesor expone de forma clara los conceptos, las leyes y las teorías, y el estudiante pone atención y memoriza, la comprensión y el conocimiento deben darse casi automáticamente. Las situaciones anteriores aunadas a otros factores han contribuido a otra problemática, el elevado porcentaje del fracaso escolar y la baja eficiencia terminal de sus egresados (UNAM Posgrado 2004).

Surge entonces la preocupación y los cuestionamientos acerca de lo qué se está haciendo respecto a la problemática que padece el bachillerato en general y la ENP en particular.

A lo que el entonces rector de la Universidad Nacional Autónoma de México, Juan Ramón de la Fuente señaló en agosto de 2007, son cuatro los principales problemas que enfrenta la educación media superior en el país: la cobertura insuficiente, la deserción, la calidad y la desigualdad del mismo sistema educativo. Actualmente se está tratando de abatir el problema de la desigualdad en el contexto de la Educación Media Superior en nuestro país a través de un Programa de Estímulos para el Bachillerato Universal 2007-2008, que beneficiará con apoyos económicos a estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades y de la ENP de la Máxima Casa de Estudios.

Asimismo, mencionó que en breve se iniciaría el programa de bachillerato abierto a distancia, que estaría apoyado en libros elaborados por investigadores y expertos en las diversas materias que se impartirán. Lo anterior permitirá empezar a contrarrestar otro de los problemas citados, el de la cobertura insuficiente, por medio de las nuevas tecnologías que hoy tienen que ser incorporadas a las políticas públicas en materia educativa, como tienden a hacerlo en materia de

salud y en muchas otras áreas de la política social. Mencionó que habría más espacios para los jóvenes, en lo que llamó un “sistema renovado de bachillerato” (Bolaños, S.A., 2007).

También dijo, el pasado 13 de agosto del 2007 se incorporaron a las actividades educativas en la Máxima casa de Estudios 295 mil educandos, de los cuales 72 mil 656 son de nuevo ingreso, tanto en licenciatura como en bachillerato, cifra que representa “el máximo histórico” para la institución. De estos estudiantes de reciente incorporación, 38 mil 410 pertenecen al nivel superior y 34 mil 246 al medio superior. De estos últimos, 18 mil 254 estudian en el Colegio de Ciencias y Humanidades y 15 mil 992 en los planteles de la ENP (Olivares Alonso E., 2007).

La demanda ha sido tal, que por ejemplo, en la preparatoria número dos, única en contar con el nivel de Iniciación Universitaria, equivalente a la secundaria en la Secretaría de Educación Pública (SEP), se han abierto seis grupos más en este nivel, tres grupos para dar cabida a los jovencitos de nuevo ingreso al primer grado, dos grupos más para el segundo grado y uno para el tercero. No ha tenido la misma suerte el ciclo de bachillerato que se imparte también en este plantel, ya que se han abierto grupos en los que se cuentan hasta 60 estudiantes en el cuarto y quinto grado, y hasta 70 estudiantes en el sexto grado de área II.

La problemática anterior, específicamente la alta matrícula y la falta de programas de actualización para los docentes, inciden en la calidad de la educación, por lo que se pretende, a través de esta propuesta innovadora pero viable de llevar a cabo, mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la EMS.

La enseñanza de la química en la ENP

Como ya se mencionó con anterioridad, uno de las problemáticas a resolver es mejorar la educación en el contexto de la ENP, y dada la importancia de las actividades experimentales como parte fundamental de la enseñanza de la química, suponemos que los profesores que imparten esta asignatura manejan los manuales de prácticas de laboratorio editados por la UNAM, entonces es necesario preguntarle a estos expertos, si es acertada nuestra suposición de que utilizan dichos manuales y conocer su opinión acerca de ellos. Lo anterior nos llevó a realizar un estudio a través de un cuestionario aplicado a 70 profesoras y profesores de las 9 preparatorias de ambos turnos de la ENP.

Cuestionario aplicado a los docentes de la ENP

Las preguntas que conformaban el cuestionario dirigido a los profesores de química se muestran a continuación:

1. En función de las materias que impartes ¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el o los manuales de prácticas editados por la UNAM? ¿SÍ o NO?

Si tu respuesta a la pregunta anterior es sí

2. ¿Cuáles?

3. Justifica tu respuesta.

4. ¿Qué modificaciones propondrías para mejorar el o los manuales que utilizas?

Las respuestas a estas preguntas y la discusión de resultados de las mismas se muestran en el *Anexo* (Cuestionario dirigido a los docentes de la ENP).

Para realizar el análisis de resultados del cuestionario anterior la muestra encuestada (70 profesores u profesora) se dividió en 5 categorías, atendiendo a la experiencia docente:

- 1a Categoría, de 41-46 años de experiencia docente que representa el 7 %
- 2a Categoría, de 31-40 años de experiencia docente que representa el 4 %
- 3a Categoría, de 21-30 años de experiencia docente que representa el 3 %
- 4a Categoría, de 11-20 años de experiencia docente que representa el 39 %
- 5a Categoría, de 1-10 años de experiencia docente que representa el 47 %

Para fines prácticos, al reportar los resultados generales de la encuesta (*Anexo I: Cuestionario dirigido a los docentes de la ENP*), el valor porcentual de cada categoría se tomó como valor total (100%). Así, de forma general, se puede mencionar que de la muestra utilizan el manual de prácticas editado por la UNAM, los siguientes porcentajes de docentes:

- el 64.5 % siempre los utilizan
- el 24.5 % algunas veces los utilizan
- el 11 % no los utiliza

Que el 64.5% de los docentes utilice el manual se debe, entre otras cosas, a un acuerdo de los colegios de química de cada plantel en donde se ha determinado qué prácticas, y en qué fecha se realiza cada una de ellas, de tal manera que “todos salen ganando” el coordinador, los profesores, así como, el laboratorista de cada plantel que sabrá de antemano los reactivos y material que se necesitarán para cada práctica. El coordinador con anticipación hace la solicitud de los requerimientos directamente a la dirección del plantel para tenerlos disponibles en cada práctica.

Así es más fácil seguir las prácticas programadas, pues ya se tiene todo lo necesario listo para cada práctica, no hay que esforzarse en programar una práctica distinta que requiera pedir sustancias o aparatos diferentes y correr el riesgo de que éstos puedan no encontrarse disponibles. Sin dejar de mencionar que los manuales de prácticas son de fácil adquisición tanto para profesores como alumnos, pues se pueden comprar dentro de los planteles.

El 24.5 % de los profesores de la ENP utilizan sólo algunas veces los manuales de prácticas, ya que en general encontraron las experiencias de laboratorio inoperantes, en especial las de Química III. Es muy interesante resaltar que sólo un profesor valora en su contexto la opinión de los alumnos debido a lo cual no hace uso frecuente de los manuales y sólo otro mencionó la necesidad de renovarse en el ejercicio educativo de manera autocrítica y de acuerdo al contexto.

Una minoría, 11 %, no usa los manuales, pues piensan que no existe una secuencia con los contenidos, que las prácticas que los conforman son inoperantes y tradicionales, no fomentan la creatividad e investigación, y sí predisponen casi de manera global a un aprendizaje memorístico. En general los profesores justifican sus respuestas, pero sólo una minoría hace propuestas viables para mejorar las situaciones problemáticas que mencionan en sus justificaciones (*ver Anexo I: Cuestionario dirigido a los docentes de la ENP*), esta minoría se ejemplifica con dos sugerencias:

- Hacer nuevos manuales para el nivel de educación media superior actual, que motive a los alumnos, les creen habilidades, consideren la microescala, la interdisciplina. Que en las prácticas se impulse las aplicaciones de la química hacia la producción industrial, los sistemas ecológicos y el impacto ambiental.
- Sería mejor hacer otros manuales, con prácticas constructivistas, sin recetas, con la participación del estudiante, menos largas, redactadas con claridad. Actualizarlo considerando: la microescala, mapas mentales y conceptuales, incluir diagramas para el desecho de sustancias. No utilizar conceptos que no se han revisado y mejorar los manuales.

Es interesante hacer mención que todos los profesores con mayor experiencia docente (entre 41 y 46 años, que representan 7 % del total de la muestra) consideran que el manual de prácticas es excelente y que lo que el alumno debe desarrollar en el laboratorio se limita a habilidades de manejo de reactivos y material de laboratorio; así como, que la problemática del trabajo práctico se debe únicamente a cuestiones de logística. Sólo una profesora menciona la investigación como un medio de enseñanza en el laboratorio.

El 75 % de los profesores con experiencia docente entre 31 y 40 años (4% del total de la muestra) piensan que el manual de prácticas es funcional. Sólo un 25% decide definitivamente no utilizarlo.

El 50 % de los profesores de la categoría de 21 a 30 años de experiencia docente (3 % del total de la muestra) considera que el manual es funcional. El 50 % restante de los profesores de esta misma categoría mencionan que se debe ser reflexivo y crítico en el uso de los manuales y, en general, en su ejercicio docente.

Conforme la experiencia docente disminuye, entre 11 y 20 años, aumenta el número de profesores que pertenecen a esta categoría. La mayoría de ellos encuentran el manual confuso, con muchos objetivos y por tanto prácticas extensas. No obstante lo utilizan, no tanto porque consideren que es un buen instrumento para realizar el trabajo experimental con sus alumnos, sino por comodidad ya que contarán con el material y reactivos necesarios. A pesar de ello no hay una propuesta sustancial para mejorar esta situación. Una minoría lo utiliza algunas veces, ya que coinciden con los inconvenientes observados anteriormente, y otra decide definitivamente no utilizarlo, y proponen realizar prácticas más acordes con la realidad.

El 47 %, casi la mitad de la muestra corresponde a los profesores con antigüedad entre 1 y 10 años. Los que utilizan el manual sólo algunas veces, 38 % lo justifican confirmando los comentarios ya descritos con anterioridad (es confuso, inoperante, con muchos objetivos y por tanto prácticas extensas). Sugieren utilizar estrategias diferentes a las planteadas en el actual manual de prácticas e incluso mencionan prescindir del manual de prácticas sustituyéndolo por experiencias de laboratorio de acuerdo a objetivos particulares.

Resumiendo:

- la mayoría de los profesores utiliza los manuales por la facilidad operativa
- los profesores con menos antigüedad son más críticos de los manuales y buscan alternativas

Si las prácticas de laboratorio son parte medular del aprendizaje de la química, de acuerdo a los resultados anteriores, tendremos que reflexionar de qué manera podemos mejorar esta parte fundamental de la enseñanza de la química. Además de preguntarnos ¿Qué pasa con los alumnos que realizan este tipo de prácticas meramente instruccionales? ¿Logran algún aprendizaje? ¿Cómo se sienten ellos? Eso es más o menos lo que se preguntan Chang y Lederman (1994) y Wilkenson y Ward (1997) (citados en Hofstein A. and Lunetta V.N., 2003) “¿Qué pasa realmente con los estudiantes que se involucran en las actividades de laboratorio?”

Referente a estos cuestionamientos lo que encontramos en la bibliografía, es que a menudo los estudiantes no tienen claras las ideas sobre los propósitos generales o específicos de su trabajo en las actividades del laboratorio. Otros perciben que el propósito esencial en el laboratorio es “seguir las instrucciones” u obtener la “respuesta correcta”. Los estudiantes también perciben que las metas son manipular equipos y realizar medidas, pero se alejan de percibir metas conceptuales y procedimentales importantes.

Generalmente no comprenden la relación entre el experimento y el propósito de su investigación. Rara vez notan las discrepancias entre sus propios conceptos, los conceptos de sus pares y los de la comunidad científica. Wilkenson y Ward concluyeron que los profesores deberían ayudar mucho más a que sus estudiantes entiendan las metas generales del trabajo en laboratorio, antes y después de la actividad. Hodson (2001) (citado en Hofstein and Lunetta, 2003) observó que a menudo profesores no hacen en el laboratorio lo que dicen que pretenden hacer, lo que ocasiona confusión en los estudiantes.

La secuencia didáctica propuesta en este trabajo se enfoca primordialmente en el impacto que puede causar en los estudiantes el crear nuevas formas de enseñanza, atendiendo principalmente a las experiencias prácticas. Por su parte, la escuela y administración, necesitan facilitar el material y los espacios necesarios.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Para poder entender el diseño de esta propuesta es necesario conocer algunos antecedentes.

a) Teorías del aprendizaje

La historia del aprendizaje como actividad humana se remonta a los propios orígenes de nuestra especie; sin embargo, el aprendizaje como actividad socialmente organizada es reciente y es producido sin duda por los notables cambios en las propias demandas del aprendizaje generadas por los contextos educativos (Cole, 1991; Lacasa, 1994) (citado en Pozo, 1999) como:

- La escuela como institución social alcanza un nuevo desarrollo como consecuencia de la Revolución Industrial.
- La concentración urbana de la población durante el siglo XIX.
- La escolaridad obligatoria y gratuita.

El aprendizaje ha necesitado generar una cultura de la comprensión, del análisis crítico, de la reflexión sobre lo que hacemos y creemos, y no sólo del consumo mediado y acelerado por la tecnología. Una nueva cultura que adapte nuestra forma de aprender y enseñar a nuestra sociedad, modificando las exigencias en función de nuestras propias creencias; que atienda a las demandas de formación y educación de la sociedad actual, así como, una nueva forma de pensar el aprendizaje, a partir del constructivismo como perspectiva filosófica y psicológica sobre el conocimiento y sus formas de adquisición, entendiéndolo como una alternativa cultural.

El constructivismo

Las teorías que conciben el aprendizaje como una construcción activa de saberes significativos reciben el nombre de constructivistas y son las que, actualmente, ofrecen posibilidades más atractivas para la didáctica de las ciencias y se adaptan mejor a los objetivos propuestos por la sociedad (Aliberas, 1989).

En el constructivismo convergen las teorías de Piaget, Ausubel y Vigostky. Pero cuando se emplea el término constructivismo no se refiere tanto a las investigaciones sobre cómo los estudiantes desarrollan su pensamiento en abstracto, sino cómo aprender determinadas materias y contenidos.

En este campo, los psicólogos, científicos y profesores trabajan conjuntamente para entender cómo esta relación ha originado un avance importante en la comprensión de los procesos de aprendizaje. La psicología, en general y la psicología de la educación, en concreto, han contribuido de manera decisiva para mostrar la posibilidad y la conveniencia de sistematizar los procesos educativos. El aprendizaje significativo (saberes significativos) fue divulgado extensamente por la teoría de Ausubel. Según el autor, existen dos modelos extremos de aprendizaje y todos los aprendizajes reales serán casos intermedios entre estos dos (Gómez, M. y Sanmartí, N., 1996):

- Un aprendizaje significativo que se produce cuando elementos exteriores se relacionan de manera no arbitraria, sino sustancial e intencionada como parte de la estructura cognitiva de quien aprende.

- El aprendizaje memorístico relacionado con conocimientos previos no existe. Se considera que el aprendizaje memorístico es importante en algunos momentos, pero a medida que se acumulan los conocimientos se requiere establecer relaciones significativas entre ellos para reestructurar los conocimientos.

Modelos de enseñanza de las ciencias

Un modelo de enseñanza es un plan estructurado que implica conformar un currículo, diseñar materiales y, en general, orientar la enseñanza. Los modelos de enseñanza han variado a través del tiempo, de acuerdo con las necesidades de la sociedad y con los paradigmas imperantes. Por ello es de vital importancia referirnos a ellos.

Principales modelos

Se han desarrollado varios modelos didácticos siguiendo la evaluación de la epistemología y de la psicología para la enseñanza de las ciencias. Los de mayor relevancia son a juicio de Jiménez 1992, citado en Gómez y Sanmartí, 1996:

- **El modelo de transmisión-recepción**
- **El modelo conductista**
- **El modelo de descubrimiento**
- **El modelo constructivista**

El modelo de transmisión-recepción

Se conoce también como método tradicional. Consiste en la transmisión verbal de conocimientos ya elaborados, tras pasados a la mente los alumnos a través de descripciones orales o escritas en el pizarrón o en los libros. Se pensaba que una enseñanza fundamentalmente descriptiva de los fenómenos y de los seres vivos basada en la memorización era suficiente para generar el interés y la creatividad de los estudiantes. Sus fundamentos epistemológicos eminentemente racionalistas, consideran que la ciencia es un cuerpo cerrado de conocimientos que no se modifican y que crecen por acumulación.

Estos conocimientos científicos son considerados como una imagen exacta de la realidad. Desde el punto de vista de la psicología corresponde al modelo conductista y se fundamenta en la creencia de que el estudiante es como una página en blanco en la que se pueden escribir los conocimientos. Por lo tanto, el conocimiento ordenado y elaborado por la escuela puede transmitirse de la mente de una persona a otra. No se considera necesario el contacto de la persona que aprende con el mundo físico y natural.

Las críticas al modelo de transmisión-recepción pueden resumirse en que la mera exposición de un cuerpo de conocimiento no asegura su comprensión, y que los conocimientos no se adquieren ya hechos, sino que cada persona los rehace a la luz de sus conocimientos y experiencias anteriores. Tampoco se acepta que el desarrollo del conocimiento científico tenga lugar por acumulación, sino que hay momentos en que las teorías y los modelos anteriores son modificados o desechados. También es posible que puedan resultar significativos los conocimientos que no responden a problemas que los estudiantes se hayan planteado previamente.

El modelo conductista

Tiene como fundamento psicológico las teorías de Skinner y se desarrolló siguiendo los ejemplos de los instructores técnicos. La transmisión de conocimientos ya elaborados impedía un proceso activo de integración con conceptos ya existentes y, por otra parte, la enseñanza rígidamente diseñada limitaba el tiempo necesario para que el estudiante pudiera trabajar los conceptos y ligarlos con su estructura cognoscitiva.

Hasta principios de los años sesenta, el anterior modelo no planteó problemas, ya que no se pretendía que los estudiantes fueran expertos en ciencias, pero en el momento en que se requieren conocimientos científicos y tecnológicos para trabajar en una industria cada vez más tecnificada, la sociedad demanda mayor número de individuos con preparación científica y la evaluación indica que los conocimientos deseados no son aprendidos en el aula. El modelo conductista, epistemológicamente racionalista, se basa en la definición clara de objetivos a alcanzar, estos objetivos pretendían que, dado el avance de las ciencias, debían empezar a estudiarse en secundaria y preparatoria contenidos que correspondían al área profesional, sin tomar en cuenta el desarrollo mental del estudiante. Esta enseñanza iba reforzada por actividades para apoyar los objetivos que se esperaba fueran asumidos por los alumnos y con libros de texto rigurosamente estructurados de acuerdo con el plan de estudios. (Gómez, M. y Sanmartí, N., 1996).

El modelo de descubrimiento

La idea de enseñanza por descubrimiento ha dominado los intentos de renovación de la enseñanza de las ciencias a lo largo de más de treinta años. Está encuadrada en un marco empirista y positivista y parte de la premisa de que imitando el método científico (mediante el cual presuntamente avanza la ciencia), el estudiante podía no sólo asimilar los contenidos sino también convertirse en un científico.

Este sistema da mayor importancia al aprendizaje del método, que al de los conceptos. Se trataba de una reformulación de los contenidos y de inducir el aprendizaje de los grandes conceptos científicos que forman parte de la ciencia en contraposición del estudio descriptivo de los fenómenos o de los seres vivos. De los libros de química desaparecieron las descripciones de las sustancias químicas y de los métodos de obtención; en cambio, se estudiaron reacciones generales globalizadoras, que partían de lo general a lo particular, antes de que el estudiante hubiera tenido la ocasión de preguntarse en qué propiedades químicas se basaban las reacciones.

Los fundamentos psicológicos fueron diversos, aunque las teorías de Piaget fueron las más citadas, se basan en la creencia de que la mejor manera de aprender algo es descubrirlo por uno mismo, y que el conocimiento se descubre mediante la actividad. Los fundamentos epistemológicos están basados en ideas inductivistas, según las cuales el rasgo que caracteriza a la ciencia es el método científico general y universal para todos los campos. El soporte y punto de partida de este modelo es la observación, a la que asignan un papel objetivo, no mediatizado por teorías.

El modelo constructivista

A partir de los años ochenta va tomando forma un nuevo modelo llamado constructivista que considera que la ciencia se caracteriza básicamente por la interpretación mediante modelos de los hechos que ocurren en el universo. Estos modelos que se llamaron inicialmente cambios conceptuales, son creaciones del ser humano y van variando con el tiempo (Gómez, M. y Sanmartí, N., 1996).

Desde el punto de vista de la psicología, se acepta que el alumno construye por sí mismo su propio conocimiento y que comprende los conceptos y los modelos explicativos a partir de sus percepciones, de sus experiencias y del empleo que hace del lenguaje cotidiano, esto es, los

alumnos se comunican, argumentan, concluyen, escriben, etc., y cuando se le coloca en una posición de descubrimiento, generalmente lo interpretan de acuerdo con sus esquemas, lo que generalmente difiere del planteamiento científico y es entonces que se requiere de un cambio conceptual.

Los fundamentos psicológicos de este modelo se encuentran en los enfoques cognitivos en cuanto a la consideración del aprendizaje mediante un cambio en las estructuras del conocimiento de los alumnos. Los fundamentos epistemológicos parten de la ciencia como un proceso de interpretación de la realidad mediante la construcción de modelos o programas de investigación, lo cual supone un problema de equilibrio inicial y reequilibrio posterior, que corresponden a las cuatro características de la orientación constructivista formulada por Driver en 1986:

1. Los estudiantes tienen ya sus propias ideas explicativas respecto a los fenómenos físicos y químicos antes de empezar a estudiar ciencias: estas ideas se organizan en estructuras, constituyen teorías.
2. El cambio nunca se producirá desde una situación en la cual un fenómeno tiene sentido hacia otra que no lo tenga. La nueva teoría se formará por reestructuración de la teoría previa y deberá superarla en cuanto a las posibilidades que ofrece de establecer nuevas y mejores relaciones entre las ideas. El problema es establecer una relación entre aprendizajes que, de alguna manera, se van acumulando y la reestructuración que finalmente se producirá.
3. El aprendizaje activo de significados supone una secuencia de situaciones de equilibrio y de desequilibrio o conflicto cognitivo. Pero parece ser que no todos los conflictos conducen a una reestructuración de la pre-teoría.
4. El alumno debe ser protagonista de su propio aprendizaje y esto debe manifestarse necesariamente en su toma de conciencia de la existencia de un conflicto cognitivo. Si bien ésta es una condición necesaria, no es una condición suficiente y quedan por determinar cuáles son los procesos que intervienen en la solución del conflicto, para que éste genere comprensión.

b) Secuencias de enseñanza-aprendizaje

Debido a que el presente trabajo es una propuesta para elaborar secuencias didácticas constructivistas o secuencias de enseñanza-aprendizaje, a continuación se da una breve reseña de cómo surgen y se explica cuáles son las actividades que se involucran en el desarrollo de éstas.

Méheut y Psillos (2000) introducen el término Secuencias de Enseñanza –Aprendizaje (TLS por sus siglas en inglés).

Debido a que los contenidos de las materias de ciencias son en sí problemáticos se propuso un modelo general para el diseño de actividades didácticas en la enseñanza de las ciencias, llamadas secuencias de enseñanza-aprendizaje. En estas secuencias didácticas la práctica científica es un factor relevante, es decir, se trata de reproducir la actividad de los científicos, y se presentan las actividades de una forma constructiva. Las TLS se asumen como un proceso de investigación, y como un producto en términos de constituir unidades curriculares en las que los resultados del aprendizaje se validan empíricamente en función de las actividades planeadas.

El diseño de las secuencias didácticas tiene que ver con las metas que deseamos alcanzar. Debe existir una comprensión verdadera, un equilibrio entre la dirección y la rapidez con que se pretende avanzar en el aprendizaje, y por supuesto no olvidar considerar los conceptos y las habilidades que se intentan desarrollar. Aprender debe significar para el estudiante un mayor sentido referente a la aplicación de los conocimientos adquiridos en la resolución de futuros problemas, tanto a nivel académico como en su cotidianidad, así habrá construcción o acomodación. Un énfasis en lo anterior, hará que los estudiantes busquen extender su conocimiento, experiencias, creencias, etc.

Algunas secuencias didácticas orientadas al tema, centran su interés en el estudio de lo fenomenológico, pero escasamente han explorado el estudio de las actividades didácticas desde el currículo. La investigación científica en la enseñanza de la ciencias es ampliamente reconocida como actividad didáctica en los contextos educativos y directrices de la investigación desde la perspectiva constructivista, así como la investigación centrada en el aprendizaje del alumno en lo que respecta a (Lijnse, 2004):

- Concepciones previas
- Evolución conceptual
- Resultados del aprendizaje
- Investigación centrada en la transformación del conocimiento en función de los diseños instruccionales
- Adquisición de conceptos y evolución de los mismos durante la enseñanza

Rol del docente

El rol del docente en estas secuencias didácticas se puede ubicar en varias fases que son ciclos de enseñanza:

1. Proponer y orientar, que exista un interés para el estudio.

Motivar un ¿para qué? en el alumno, que promueva la intención de indagar la solución de problemas que le sean atractivos.

2. Reducir objetivos en función de la necesidad específica del conocimiento.

A veces se dispersa la atención del estudiante con experiencias prácticas que pretenden objetivos teóricos muy ambiciosos comparados con la verdadera necesidad de la adquisición de un conocimiento específico.

3. Ampliar los conocimientos por el motivo y la necesidad.

Promover en el estudiante un desequilibrio, inquietud o motivo de peso para generar en él la necesidad de adquirir un conocimiento que le dé posibilidad de dar respuesta a estas inquietudes.

4. Aplicar el conocimiento.

Una vez que adquiere el conocimiento, el estudiante es capaz de aplicarlo en la solución de diversos problemas.

5. Crear y reflejar el conocimiento como una necesidad.

Cuando reflexiona en lo sucedido, el estudiante ya ha resuelto una problemática basada en una necesidad propia que refleja el conocimiento.

6. Profundizar el conocimiento.

Una vez que el estudiante ha reflexionado acerca de cuáles son las condiciones bajo las cuales cubrió su necesidad, es capaz de ahondar en el conocimiento (Lijnse, P., 2004).

Validación de secuencias didácticas

Los cuestionarios de validación son técnicas habituales para evaluar los aprendizajes de conceptos, interpretaciones y conclusiones que puede hacer los alumnos. Si las respuestas están bien construidas y son coherentes ponen de manifiesto el nivel de comprensión del estudiante. Si además se le pide a éste que justifique su respuesta se puede poner de manifiesto el proceso de reflexión que ha realizado (Geli., 1995). En los Estados Unidos, Doran (citado en Doran R. et al., 1993) desarrolló y validó una prueba para evaluar las habilidades adquiridas por los estudiantes en el laboratorio de química, física y biología.

En su prueba, los estudiantes diseñaron una investigación, recolectaron y analizaron datos y formularon conclusiones. Doran y sus colaboradores evaluaron a los estudiantes según las siguientes fases:

- Planeación y diseño.
- Desarrollo.
- Análisis e interpretación.
- Aplicación.

Las fases anteriores se evalúan en el cuestionario de validación de la secuencia didáctica propuesta.

Perspectiva histórica del trabajo de laboratorio

En 1975 Princeton exaltó la importancia del laboratorio en el aprendizaje diciendo: Es imposible requerirle a uno aunque sea un ligero conocimiento de química sin haber realizado experimentos, o ver cómo se realizan, y que para volverse un perito en la ciencia, se requiere mucha práctica, así como mucha lectura...El estudio de una ciencia de la observación debe desarrollar y disciplinar las facultades observantes y dicho estudio falla en su verdadero objetivo si se vuelve un mero ejercicio de la memoria.

En 1978 Bates mencionó que la conferencia, la demostración y el trabajo de laboratorio resultaban igualmente efectivos para transmitir el contenido de la ciencia, pero que las experiencias de laboratorio eran superiores al proporcionar a los estudiantes oportunidades de adquirir habilidades de técnicas al trabajar en equipo. Ciertas actividades orientadas a la investigación parecían ser mejores que la disertación-demostración.

Los laboratorios parecían tener potencial para nutrir las actitudes positivas de los alumnos y proporcionar oportunidad a una variedad más amplia de estudiantes de tener éxito en la ciencia. Las conclusiones de Bates eran positivas, y sin embargo, se le recuerda más por la pregunta con la que cierra su revisión: ¿Qué logra el laboratorio que no se pueda lograr también con alternativas menos costosas y que tomen menos tiempo?

La pregunta final de Bates provocó muchas discusiones por lo que Blosser (1980, 1983) se hizo cargo de una revisión más a fondo. Su revisión, aunque amplia, no pudo proporcionar evidencias contundentes de la contribución única del laboratorio a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

Hofstein y Luneta (1982) publicaron otra revisión de la literatura sobre el papel del laboratorio de enseñanza, cuestionaron más ampliamente la hipótesis de que los objetivos curriculares o de la enseñanza del laboratorio fueran, de hecho, logrados en la práctica y sostuvieron que la investigación definitiva de la relación entre el aprendizaje en el laboratorio y los logros, se veía entorpecida por falta de estudios extensos.

De Boer 1991 mencionó que estaban tan convencidos del trabajo de laboratorio en el desarrollo de los poderes de la mente, que en muchos casos el laboratorio se convirtió en el foco central de la instrucción científica; ya que éste era el sitio donde los estudiantes podían experimentar el contacto con el mundo físico. Esta creencia aunada al hecho de que en 1886 la universidad de Harvard había comenzado a requerir cursos de ciencia basados en el laboratorio como requisito previo a la admisión, aseguraron así mismo la enseñanza de cursos científicos basados en el laboratorio en el bachillerato (National Education Association, 1893)

Actualmente es muy raro que alguien ponga en duda la necesidad del trabajo de laboratorio en el plan de estudios de ciencias, tanto de bachillerato como de universidad. Tobin 1990 señaló “El laboratorio permite a los estudiantes una forma de aprender con entendimiento y, al mismo tiempo, ocuparse del proceso de construcción del conocimiento al estudiar las ciencias” (Nakhleh M. B., et al., 2002).

Trabajos prácticos

Son actividades que se utilizan en la enseñanza de las ciencias en las que los alumnos han de utilizar determinados procedimientos para resolver las situaciones problemáticas planteadas. Estos procedimientos están relacionados con actividades de laboratorio y actividades de campo. En un sentido más amplio, pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de diferentes características y son también fundamentales para la enseñanza de las ciencias. Las actividades comúnmente realizadas por los alumnos dentro de una práctica de laboratorio son, principalmente, el uso de procedimientos científico como:

- la observación
- el planteamiento de la hipótesis
- la experimentación
- las diversas técnicas de manipulación
- el uso de material específico
- escritura de resultados
- comunicación y discusión
- la elaboración de conclusiones, etc.

Dentro de un laboratorio también se tienen que considerar los posibles riesgos de manipulación, así como, el requerimiento de una organización más compleja que la de las actividades planeadas para el interior del aula (Del Carmen, L., 2000).

Cuando se diseña un trabajo práctico se procura que los estudiantes lleguen a la comprensión de conceptos teóricos a partir de observaciones y experimentos pues para ellos no debe ser suficiente con mirar y razonar lo que se ve, es necesario manejar los conocimientos teóricos importantes para posteriormente poderlos aplicar. Es obligado que en las experiencias prácticas exista un diálogo continuo entre el alumno y el profesor para poder, a la luz de las teorías, interpretar las observaciones realizadas. Del mismo modo es importante que se de una continuidad entre la clase teórica y las actividades prácticas, así como, una programación conjunta de actividades a partir de un hilo conductor común.

Algunos de los objetivos y enfoques de las actividades prácticas son (Geli de Ciurana, A. M., 1995):

- aumentar la motivación de los alumnos hacia las ciencias experimentales.
- promover actitudes relacionadas con el trabajo científico.
- favorecer la comprensión de los aspectos teóricos.
- cubrir distintos objetivos generales con una sola actividad.
- desarrollar estrategias de investigación.
- enseñar técnicas específicas

c) El laboratorio como fuente de investigación

Para los años setentas ya se mencionaba que el trabajo de laboratorio es un medio importante para realzar actitudes, estimular intereses y recrearse motivando a los estudiantes para aprender ciencia. Shulman y Tamir (1973) dicen: estamos entrando en una era en la que nos van a preguntar si reconocemos la importancia del afecto, imaginación, intuición, y actitud como resultados de la instrucción en la ciencia por lo menos tan importante como sus contrapartes cognoscitivas.

Las ganancias afectivas se pueden dar cuando una experiencia exitosa en el laboratorio trae sentimientos de autoestima, auto-confianza y determinación que son transferibles no a otras situaciones de laboratorio, pero sí al vasto mundo exterior. Así los factores afectivos son la clave para levantar los niveles básicos de éxito que significa una implementación exitosa, una ciencia para todos (Hodson, 1993).

Tobin (1986), dijo que la dificultad de relacionar las actividades de laboratorio a las necesidades de diversos estudiantes, hace que algunos profesores eviten las investigaciones, particularmente cuando se trabaja con estudiantes poco motivados y poco diestros. Dreyfus (1986) sugiere que los profesores podrían diseñar investigaciones para ser realizadas efectivamente por estudiantes con diferentes niveles de conocimiento “relevante” y con diferentes habilidades cognitivas. Para esto el profesor debe estar bien informado sobre las habilidades de sus alumnos.

Para 1987 las expectativas de los docentes y su comportamiento según Tobin y Gallagher (1987) es que los profesores de ciencia rara vez muestran una conducta que fomente que los estudiantes piensen acerca de la naturaleza de la investigación científica y el significado y

propósitos de su propia investigación en las actividades del laboratorio. Algunos estudios reportan que los profesores, muy a menudo, involucran a sus estudiantes en actividades rutinarias de laboratorio de bajo nivel y de la misma naturaleza son sus interacciones con los estudiantes, provocando una carencia en la formulación de preguntas ingeniosas, diseño de investigaciones y obtención de conclusiones apropiadas.

Tobin (1990) preparó una síntesis consecutiva de la investigación sobre la eficacia de la enseñanza y aprendizaje en el laboratorio de ciencias. Propuso una agenda de investigación para los profesores y los investigadores de ciencia. También sugirió que el aprendizaje significativo es posible en el laboratorio, si a los estudiantes se les da oportunidad de manipular el equipo y los materiales en un ambiente adecuado para que construyan su conocimiento de los fenómenos y se relacionen con conceptos científicos. Criticó que la investigación ha fallado en proveer evidencia de que tales oportunidades se han ofrecido en el laboratorio de ciencias.

En 1990, Baird observó que el ambiente de aprendizaje del laboratorio garantiza un cambio radical del aprendizaje dirigido por el profesor hacia la "investigación propuesta" que es más directa al estudiante. El aprendizaje de la ciencia en el laboratorio se asoció a los modelos de aprendizaje, argumentación y la justificación científica de aseveraciones, actitudes de los estudiantes, condiciones para un aprendizaje eficaz, percepciones de los alumnos en el ambiente de aprendizaje, interacción social, y diferencias en estilos de aprendizaje y capacidades cognoscitivas.

En 1992, Tamir comentó que es vital aislar y definir las metas para las cuales el trabajo de laboratorio podría hacer una contribución única y significativa a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Asimismo el laboratorio proporciona un medio único para la enseñanza y aprendizaje científicos. Es además, especialmente adecuado para desarrollar otras habilidades como:

- la comprensión de conocimientos científicos mediante la aplicación práctica, las actitudes, valores y normas propias de trabajo científico (curiosidad, paciencia respeto por la verdad etc.)
- la resolución de problemas de investigación, de organización y de comunicación como debates, informes, símbolos etc.
- las intelectuales (pensamiento crítico, análisis, síntesis, diseño experimental, aplicación, toma de decisiones etc.)
- las motoras como el manejo de instrumentos, experimentación, medida, etc., (Geli, 1995)

En 1992, Hodson hace mención que cuando se permite a los alumnos observar, interpretar y evaluar los datos experimentales se les ayuda a hacer ciencia y, por tanto, a invalidar la idea de que el maestro es un ser especial. Así propone que:

- El trabajo se plantee para encontrar respuesta a una cuestión concreta o a un determinado problema.
- Los alumnos realicen en forma directa la exploración y la manipulación necesaria para resolver la pregunta planteada.
- Los alumnos utilicen procesos intelectuales de distintos niveles, según la forma en que se plantean las actividades (desde seguir una instrucción hasta diseñar procesos experimentales).

Este sistema de trabajo, aplicado a la enseñanza de las ciencias experimentales debe ofrecerles la oportunidad de reflexionar sobre sus conocimientos y progresar en sus aprendizajes, coincide con las ideas constructivistas y se adapta bien a los modelos educativos actuales.

Para 1993 Hodson enfatiza que el foco principal de las actividades del laboratorio no se debe limitar al aprendizaje de métodos científicos específicos o técnicas particulares de laboratorio; los estudiantes deben utilizar en el laboratorio los métodos y los procedimientos científicos para investigar fenómenos, solucionar problemas y practicar la investigación. Sin embargo, muchos profesores no perciben que ayudando a sus estudiantes a entender cómo el conocimiento científico que se desarrolla y se utiliza en una comunidad científica, logra que las actividades dentro del laboratorio sean una meta muy especial e importante para sus alumnos.

Para la UNESCO, los Estados Unidos de América, y otros muchos países, la instrucción científica es un objetivo primordial. Es importante que en los cursos de introducción de ciencias se provean de experiencias que alienten y habiliten a los estudiantes que tienen inclinación hacia la ciencia. En años anteriores se ha dado especial atención en fijar y desarrollar la comprensión conceptual de los estudiantes, pero no así a las variables que influyen en su motivación e interés.

The National Science Education Standard en 1996 National Research Council [NRC], en 2000 Bybee, y en 1998 Lunetta, hacen énfasis en la importancia de repensar el papel y la práctica del trabajo de laboratorio en la enseñanza científica. Los laboratorios de ciencias de las escuelas tienen el potencial de ser un medio importante para introducir a los estudiantes al conocimiento

conceptual central y a las habilidades conceptuales y procedimentales en ciencia (Bybee, 2000). Algunas de las suposiciones de las que el laboratorio de química ha estado acompañado durante mucho tiempo y que deben reexaminarse son que (Nakhleh, 2002):

- Tenemos control suficiente de todas las variables.
- Podemos usar sin peligro un diseño de experimento para estudiar los efectos del aprendizaje en el laboratorio.
- Los experimentos se han hecho sin pedir la opinión de los estudiantes.
- Los investigadores se han dedicado a entender los conceptos químicos en función del resultado más deseable del trabajo de laboratorio.

A pesar de lo anterior y de todos los contratiempos y complicaciones que implica, el laboratorio sigue siendo un área potencialmente valiosa en la que se puede crear un mejor entendimiento, habilidades para resolver problemas y actitudes positivas hacia la ciencia, aunque actualmente el laboratorio está lejos de cubrir todas estas expectativas tiene un gran valor (Nakhleh, 2002).

La guía en el laboratorio

La guía en nuestro contexto de estudio viene siendo el manual de prácticas de laboratorio. Esta guía juega un papel central en la forma de aprendizaje y conducta de los estudiantes. La guía hace que el alumno se enfoque en las preguntas que deben ser investigadas y en lo que se debe hacer, observar, interpretar y reportar. Aún recientemente se acostumbra seguir “recetas de cocina” y obtener datos sin una clara comprensión de los propósitos y procedimientos.

Los detalles en la guía pueden distraer al estudiante de los principales objetivos de la práctica (Johnstone y Wham, 1982). Esto, rara vez hace que los alumnos usen destrezas cognitivas de nivel más alto o discuta de manera sustantiva la relación entre el conocimiento científico y su investigación (Lunetta y Tamir, 1979). También la evaluación forma expectativas y conductas del estudiante en el laboratorio.

Las metas del aprendizaje en el laboratorio, son la comprensión de los conceptos científicos, el interés y la motivación, la habilidad en la práctica científica y en la resolución de problemas, los hábitos de pensamiento científico y comprensión de la naturaleza de la ciencia. Una escuela de nivel bachillerato debe proveer estudiantes con cierta experiencia en los métodos de

investigación científica y razonamiento; así como la aplicación de este conocimiento en su cotidianidad.

Sin embargo, en muchas aulas hay notables discrepancias entre los elevados objetivos expresados en la retórica de la literatura de la educación científica, y la clase de actividades en las cuales los estudiantes están involucrados. En algunos salones de clase no hay trabajo de laboratorio del todo. En otros, se pone manos a la obra en el trabajo práctico, pero también los estudiantes frecuentemente gastan su tiempo en “recetas de cocina”, siguiendo “servilmente” las instrucciones de los maestros. Raramente comprometen seriamente su pensamiento en aquello que están haciendo o por qué un procedimiento particular está siendo empleado (Hodson, 1990).

La problemática anterior se vive también en las aulas de ENP, y se debe en parte a la falta de información y a la ausencia de programas de actualización docente a este respecto, pues a partir de ellos se podría hacer partícipe a los profesores, no sólo de algunas problemáticas que enfrentan los manuales de prácticas editados por la UNAM (*Anexo 1: Cuestionario dirigido a los docentes de la ENP*), sino también de buscar soluciones. Es por ello que el presente trabajo presenta una propuesta como alternativa para mejorar las prácticas de laboratorio, así como, las actividades prácticas.

Lo anterior nos hace cuestionarnos respecto al estudiantado. ¿Qué pasa realmente con los alumnos que se involucran en las actividades de laboratorio? Chang y Lederman (1994) y Wilkenson y Ward (1997), encontraron que a menudo los estudiantes no tienen claras las ideas sobre los propósitos generales o específicos de su trabajo en las actividades del laboratorio. Otros perciben que el propósito esencial en el laboratorio es “seguir las instrucciones” u obtener la “respuesta correcta”. Los estudiantes perciben que las metas son manipular equipos y realizar medidas, pero se alejan de percibir metas conceptuales y procedimientos importantes.

Generalmente no comprenden la relación entre el experimento y el propósito de su investigación. Rara vez notan las discrepancias entre sus propios conceptos, los conceptos de sus pares y los de la comunidad científica. Wilkenson y Ward concluyeron que los profesores deben ayudar mucho más a que sus estudiantes entiendan las metas generales del trabajo en el laboratorio, antes y después de la actividad. Hodson observó que a menudo los profesores no hacen en el laboratorio lo que dicen que pretenden hacer, lo que ocasionaba confusión en el estudiante Hodson (2001).

Como pudimos apreciar en los estudios anteriores sobre el trabajo en el laboratorio, se ha generado un amplio consenso en torno a su orientación como actividad investigadora, el

acuerdo existente en torno a la necesidad de esta reorientación merece ser resaltado, pero es preciso ir más allá y mostrar de forma concreta, con ejemplos ilustrativos, lo que cada cual entiende por “prácticas como investigaciones” para que la generalidad del profesorado preste más atención a las prácticas de laboratorio. Desde este punto de vista, si se quiere que una práctica de laboratorio se aproxime a lo que es una investigación, se debe pensar que no ha de referirse únicamente al plano experimental, sino que ha de incluir otras actividades tan esenciales como éstas (Furio y Valdez, 2005):

1. Presentar situaciones problemáticas abiertas de un nivel de dificultad adecuado con el objeto de que los estudiantes sean capaces de tomar decisiones. Para evaluar este nivel de dificultad se puede utilizar la escala de Herron (1971) que caracteriza las actividades de laboratorio y de campo de acuerdo a las oportunidades que éstas ofrecen y a las tareas que se proponen realizar (Hodson, 1992). La escala de Herron es uno de los instrumentos que permite clasificar las actividades prácticas de acuerdo al nivel de indagación que plantean, éste se da en función de la forma en que expone el problema (abierto o cerrado). La autonomía que tiene el alumno para diseñar su trabajo (abierto o cerrado) y el tipo de respuesta que pretenden (abierto o cerrada). La escala nos permite clasificar los trabajos prácticos en cuatro niveles de indagación.

Escala de Herron.

Nivel	Problema	Desarrollo	Respuesta
0	Definido	Definido	Definido
1	Definido	Definido	Abierto
2	Definido	Abierto	Abierto
3	Abierto	Abierto	Abierto

2. Favorecer la reflexión de los alumnos sobre la relevancia y el posible interés de las situaciones propuestas, que dé sentido a su estudio y evite un aprendizaje descontextualizado.
3. Potenciar los análisis cualitativos significativos que ayuden a comprender y a acotar las situaciones planteadas, a la luz de los conocimientos disponibles y del interés que produzca el problema, así como, a buscar preguntas operativas sobre lo que se

busca. Se trata de disminuir el uso indiscriminado de cálculos que se realizan, en múltiples ocasiones, a través de algoritmos ciegos, muy al contrario del papel esencial de las matemáticas como instrumento de investigación, que interviene en todo proceso, desde el planteamiento de problemas precisos hasta el análisis de los resultados.

4. Promover la formulación de hipótesis como una actividad central de la investigación científica.
5. Conceder toda la importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental por los propios estudiantes.
6. Plantear el análisis detallado de los resultados (su interpretación, fiabilidad, etc.)
7. Plantear la consideración de posibles perspectivas (replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad, problemas derivados, etc.)
8. Pedir un esfuerzo de integración que considere la contribución del estudio realizado como un posible aporte al cuerpo coherente de conocimientos, así como las posibles implicaciones en otros campos del conocimiento.
9. Conceder una especial importancia a la elaboración de memorias científicas que reflejen el trabajo realizado y puedan servir de base para resaltar el papel de la comunicación y el debate en la actividad científica.
10. Potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico organizando equipos de trabajo y facilitando la interacción entre cada equipo y la comunidad científica, representada en la clase por los demás equipos, el cuerpo de conocimientos ya construido (recogido en los textos), el docente como experto, etc.

Hacer ver que los resultados de una sola persona o de un sólo equipo no pueden bastar para verificar o falsear una hipótesis, y que el cuerpo de conocimientos constituye la cristalización del trabajo realizado por la comunidad científica y la expresión del consenso alcanzado en un determinado momento. Los 10 aspectos contemplados no constituyen ningún algoritmo, ningún intento de amoldar la actividad científica en una serie de “pasos” o “etapas”, sino un recordatorio de la riqueza del trabajo científico (Furio C. y Valdez P., 2005).

Ideas alternativas

Uno de los posibles obstáculos que puede presentarse a los estudiantes que se inician en el estudio del mundo complejo de la química radica en que aprender química no es sencillo y, consecuentemente, su enseñanza tampoco lo es. Por lo que los docentes deben conocer cuáles son las ideas de los estudiantes sobre la temática que se intenta que aprendan para “enseñarles en consecuencia” (Ausubel, et al. 1993). Los avances logrados por la Didáctica de las Ciencias como cuerpo teórico de conocimientos están mostrando que no sólo conviene conocer las ideas de los alumnos, sino también hay que saber cómo razonan y aprenden para poder ayudarles a construir los conocimientos químicos (Furió y Furió, 2000).

Los investigadores en Didáctica de las Ciencias comenzaron a estudiar las ideas alternativas de los alumnos, motivados en parte, por la recomendación de Ausubel sobre la importancia de elegir los conocimientos previos del sujeto que aprende como punto de partida para la instrucción (Ausubel, et al. 1983). Parece claro, pues, que el profesor de ciencias debe contar con que sus alumnos ya poseen un conocimiento científico alternativo. Los resultados de más de 20 años de investigación en el área de ideas previas han puesto de manifiesto una variedad enorme de estos conocimientos (Pozo y Gómez, 1998).

Desde las primeras observaciones sistemáticas de Viennot y otros investigadores, hasta las recopilaciones e integraciones más actuales, se ha acumulado una gran cantidad de conocimientos en este terreno (Viennot, 1979). La coincidencia de resultados similares obtenidos en contextos y sistemas educativos diferentes hace difícil dudar de la validez general y fiabilidad de las conclusiones obtenidas en esta línea de investigación, en donde se encontró que los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y crean estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen (Osborne and Wittrock, 1983).

En un principio las ideas alternativas recibieron denominaciones con claras connotaciones negativas; por ejemplo, concepciones erróneas, preconcepciones, errores conceptuales, etc., poco a poco se ha pasado a una terminología menos agresiva; por ejemplo, ideas previas, teorías espontáneas, ciencia intuitiva, ciencia de los alumnos, marcos alternativos, concepciones espontáneas, entre otras. Posada ha recopilado recientemente muchas de las denominaciones antiguas y actuales que aparecen en la literatura (Posada, 2000).

El cambio terminológico que se aprecia no es trivial y refleja el cambio de mentalidad que se ha producido entre la comunidad investigadora sobre la naturaleza de las ideas alternativas y su

papel en el aprendizaje. Ello ha ido acompañado de un mayor conocimiento de los investigadores y de muchos profesores de la Epistemología de la Ciencia y de los mecanismos cognitivos mediante los que se procesa la información, lo cual se ha traducido en una mayor comprensión del origen casi inevitable de las ideas alternativas.

La opinión generalizada en la comunidad investigadora es que los docentes no pueden esperar que sus estudiantes aprendan ciencias de manera significativa sin tener en cuenta de alguna manera sus ideas alternativas. Precisamente, la búsqueda y experimentación de enfoques alternativos a la enseñanza tradicional que ayuden los alumnos a construir concepciones más acordes con las ideas científicas ha dado lugar a amplios movimientos de renovación educativa, fundamentados en sólidas líneas de investigación y escuelas de pensamiento.

Los estudiantes mantienen sus ideas alternativas científicamente erróneas que se resisten a los métodos de enseñanza tradicionales, conjuntamente tienen dificultades para aplicar estrategias de pensamiento hipotético deductivo (formal) en contextos en los que no están acostumbrados. Además, cuando abordan el análisis de problemas científicos utilizan metodologías superficiales y aplican métodos no rigurosos extraídos de su contexto cotidiano, pero de dudosa utilidad cuando se trabaja con contenidos científicos.

Lo peor de todo es que los factores anteriores no son meros obstáculos pasivos que hay que eliminar, sino verdaderos elementos opositores activos que sesgan y filtran los conocimientos académicos y que pueden hacer que fracasen los intentos por conseguir el aprendizaje significativo de las ciencias. Para acabar de complicar las cosas, en muchas ocasiones los alumnos no saben, que no saben. Pareciera que, en palabras de Pozo, existiese una especie de conspiración cognitiva contra el trabajo del docente (Pozo, 1987 b).

La investigación ha mostrado que los jóvenes llevan a sus lecciones muchas ideas alternativas acerca de los fenómenos científicos que pueden intervenir con el aprendizaje de los principios o conceptos científicos correctos. Las concepciones alternativas pueden surgir como resultado de la variedad de contactos de los estudiantes con el mundo físico y social o como un resultado de la experiencia personal, interacciones con docentes, otras personas, o a través de los medios. Es de suma importancia el dar la oportunidad a los estudiantes de que partan de sus propias ideas y las verbalicen, no darles más detalles de los que son necesarios con el objeto de que ellos se cuestionen. Para tal efecto los alumnos pasan por variados aspectos emocionales como la incertidumbre e incluso por la desesperación antes de llevarlos a una solución aceptable (Haluk, 2004).

Driver (1986 citado en Gómez, 1996) resume las características de una nueva manera de concebir el aprendizaje, que en la actualidad tiene un éxito creciente entre los docentes de ciencias.

Características:

- Encontrar las ideas previas de los alumnos y determinar las relaciones necesarias entre lo que se va a enseñar y lo que ya saben los estudiantes, porque lo que “hay” en la mente de los alumnos es muy importante. Las ideas preconcebidas, preconceptos o ideas previas pueden ser ideas basadas en errores de observación o de rigor lógico de los razonamientos, pero también pueden ser paradigmas individuales, elaborados por el alumno para interpretar su propia experiencia y por tanto visiones útiles del mundo.
- Hallar los puntos de vista alternativos de los alumnos y proveerlos de material, de tal forma que quede estimulado para reconsiderar o modificar tales puntos de vista y pueda encontrar sentido para establecer relaciones.
- Encontrar los significados y conceptos que haya generado el que aprende, ya que a partir de sus conocimientos, de sus actitudes, habilidades y experiencias se van a determinar los modos de que el mismo genere nuevas significaciones y conceptos que le sean de utilidad personal, debido a que quien aprende construye activamente significados.

En 1988 Driver (citado en Carrascosa J. 2005) propuso un modelo para la enseñanza de las ciencias basado en el cambio conceptual. Se halla estructurado en torno a una secuencia de actividades específicamente elaboradas para conseguir dicho cambio. La secuencia consta esencialmente de 4 fases:

1. Orientación

Destinada a despertar la atención y el interés de los alumnos por el tema.

2. Explicitación

Consiste en la exposición por los alumnos de sus ideas.

3. Reestructuración

Donde han de modificarse las ideas de los alumnos por medio de diferentes estrategias que pueden incluir el uso combinado de contraejemplos.

4. Revisión del cambio de ideas

Se trata de comparar las nuevas ideas con las iniciales

Factores que inhiben el aprendizaje en el laboratorio

Entre los factores que pueden inhibir el aprendizaje se ha encontrado que:

- Muchas de las actividades que se realizan en el laboratorio son “recetas de cocina”.
- La evaluación del conocimiento práctico de los estudiantes y sus habilidades no están relacionadas entre sí; muchos estudiantes no perciben la experiencia de laboratorio como algo importante en su aprendizaje.
- Muchos docentes frecuentemente no están informados acerca de cuáles son las mejores prácticas, y no entienden el análisis razonado detrás de sus sugerencias.
- La incorporación de actividades del tipo de investigación en la escuela de ciencias es limitada por razones de desarrollo (incluyendo a las herramientas tecnológicas apropiadas) y por la carencia de tiempo de los docentes para informarse y desarrollar un currículo adecuado.
- Frecuentemente todos los espectaculares experimentos que hacen los docentes de química nos conducen a enviar los alumnos el siguiente mensaje: La química es una clase de magia y sólo el docente ha sido iniciado en estos secretos.
- Algunos de los espectaculares experimentos que el docente lleva a cabo son considerados por los alumnos como “trucos y hechizos” lo que los lleva a pensar que sería en vano tratar de pertenecer a este grupo de “hechiceros” y que ellos ni aún poniendo todo su esfuerzo podrían hacer. Es entonces preciso hacerles entender que la química es una ciencia y que es posible acceder a ella.

d) Secuencia didáctica basada en el trabajo de laboratorio

Aprender ciencia es un proceso y cada nueva pieza de información debe relacionarse con los conocimientos ya existentes, de esta forma los estudiantes estarán listos y aprenderán acerca del tema en cuestión. En el caso particular de la química, el aprendizaje de estructuras complejas debe ser significativo. Precisa que el material a aprender esté estructurado en forma lógica, que corresponda a la estructura de la disciplina, y que la estructura cognitiva del estudiante presente ideas inclusoras (conceptos estructurantes) que permitan que el nuevo material se relacione con conocimientos previos.

Para tratar de que el alumno accedan a la ciencia se necesita rediseñar el trabajo práctico y el modelo de cinco pasos, Kempa, (1986) lo plantea como sigue:

1. El reconocimiento y formulación del problema.
2. El diseño y planeación del procedimiento experimental.
3. El establecimiento y ejecución del trabajo experimental (manipulación).
4. La observación y medición de habilidades (incluyendo el registro de datos y observaciones).
5. Interpretación y evaluación de datos experimentales y observaciones.

Uno de los principales objetivos de la enseñanza de las ciencias, en cualquier nivel, es el ayudar a los alumnos a tener una visión que dé un mayor sentido al mundo en el que viven, proporcionándoles nuevas perspectivas que sean más fructíferas que sus ideas anteriores. Al mismo tiempo se ayuda a los alumnos a reconocer que muchas ideas científicas son de utilidad para la sociedad. Es importante que los estudiantes encuentren que las ideas a las que los acercamos en la clase de ciencias, son ideas inteligibles, plausibles y útiles (Osborne, 1985 citado en Barral, 1990).

Concepto a estudiar

La densidad

Para ejemplificar la propuesta de la secuencia didáctica (secuencia de enseñanza-aprendizaje) se eligió el concepto de densidad. En lo que concierne a la importancia disciplinaria del mismo podemos decir que la densidad es la relación entre la masa y el volumen de una sustancia o de un objeto. Es además, una propiedad característica o particular de los materiales a partir de la cual se les puede identificar y es utilizada a nivel laboratorio para caracterizarlos. A nivel industrial es también una de las propiedades que se utilizan como control de calidad de infinidad de productos en el mercado de alimentos, pinturas, cosméticos etc.

Pero no es sólo el valor disciplinario del este concepto, sino también la importancia cognitiva del mismo, ya que involucra razones y proporciones matemáticas, cualquier fórmula que implique una “división” es análogo cognitivo de densidad, por ejemplo: la velocidad y la concentración, que para entenderlas es imprescindible manejar un pensamiento científico. Asimismo la densidad se infiere directamente de observables, en este caso la flotación de determinados objetos.

La interpretación y comprensión de la densidad esta condicionada por el conjunto de conocimientos previos que posea el alumno y frecuentemente es objeto de ambigüedades entre los estudiantes, pues suelen confundirla con peso, masa y volumen. A pesar de que los conceptos de masa y volumen son trabajados desde edades tempranas, no son utilizados con el rigor científico adecuado. Cuando los alumnos utilizan el término masa la denominan como peso, aunque hallan estudiado las ideas fundamentales de que: “la masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo”, “es una magnitud invariable”, “se mide en kilogramos” y “con la balanza”. Mientras que “el peso de un cuerpo es una fuerza que varía con la gravedad”, “se mide en newtons” y “con el dinamómetro”.

Esto confirma la persistencia de la idea previa de confundir masa y peso, debido a que la acción de medir masas se designa con el verbo pesar. Algunos alumnos suelen confundir también masa con tamaño (volumen), ya que su intuición les indica que los cuerpos más grandes son los de mayor masa (Mariscal, 2005).

Piaget e Inhelder, (citado en Bullejos y Sampedro, 1990) sostienen que la distinción y relación de las propiedades generales de la materia, masa y volumen, son una conquista del desarrollo intelectual. Una vez diferenciadas estas nociones es posible comprender las diferencias de los cuerpos por su densidad y establecer la relación directa de masa y volumen como una propiedad constante característica de cada material.

Aparentemente lo anteriormente descrito no es un obstáculo para los alumnos, pues éstos suelen “aprenderlo” de forma mecánica o memorística. Es decir, son capaces de memorizar su estructura gramatical con facilidad, y por tanto, describirlo verbalmente de forma correcta, sin embargo, como se ha explicado en los párrafos anteriores, esto no garantiza que lo han aprendido significativamente.

El objetivo de la secuencia didáctica que se presenta a continuación, es describirla a detalle para que sea un instrumento de referencia en la elaboración de otras con diferentes temas.

Planeación de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica que se propone en este trabajo consta de cuatro momentos:

1. Primer momento

En el primer momento de la secuencia didáctica, se lleva a cabo una planeación previa al trabajo de laboratorio, en donde, el docente debe tener claro qué concepto pretende que los alumnos construyan. Esto puede ser en función de las preguntas que cotidianamente nos hacemos los profesores, como por ejemplo:

- ¿Qué debo hacer con mis estudiantes para ayudarlos a entender este concepto científico?
- ¿Qué conocimientos es posible que mis alumnos sepan ya y cuáles otros les serán difíciles?
- ¿Cuál puede ser el orden que puedo seguir? etc.

2. Segundo momento

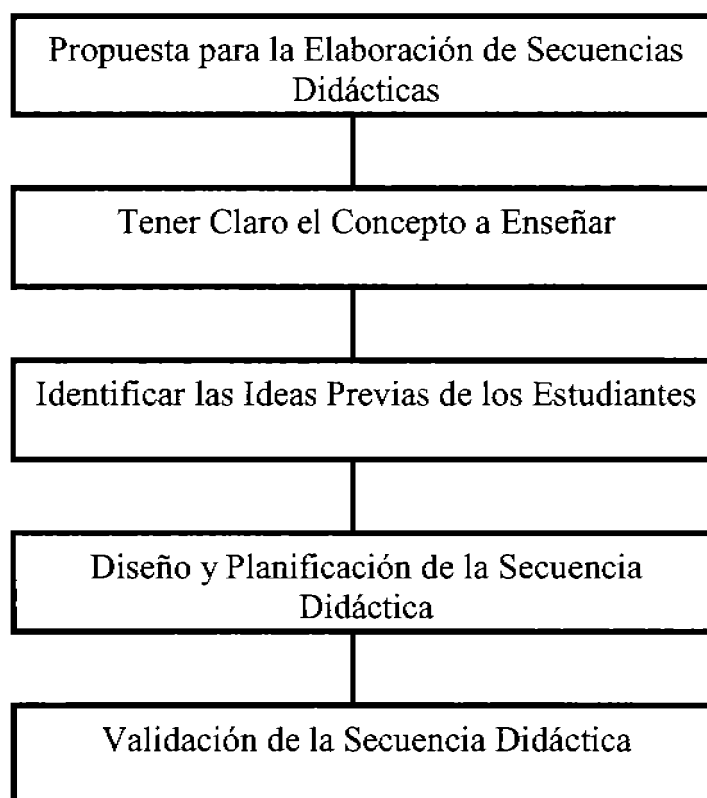
En el segundo momento, y una vez que se ha identificado qué concepto se quiere estudiar, se introduce una estrategia didáctica constructivista, ya que el docente debe investigar qué conocimientos poseen los alumnos y qué ideas previas tienen éstos, lo cual se puede llevar a cabo mediante una lluvia de ideas, entrevista, cuestionario, etc.

3. Tercer momento

En el tercer momento, se lleva a cabo la planeación y puesta en marcha de la secuencia didáctica, en donde el docente diseña y pone a prueba la secuencia a través de una experiencia práctica que confronte las ideas previas y promueva la discusión de los alumnos, que los aliente a extender, desarrollar y reestructurar esas ideas, al igual que proporcionar experiencias significativas que presenten un reto y motiven a los estudiantes

4. Cuarto momento

En el cuarto momento se realiza la evaluación del trabajo práctico, ésta se lleva a cabo inmediatamente después de haber realizado la práctica de laboratorio mediante un cuestionario dirigido a los alumnos. Esta valoración le permite al profesor determinar si su secuencia didáctica cumple o no con sus perspectivas de enseñanza.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Secuencia didáctica del concepto de densidad

Se aplicó la secuencia didáctica propuesta a dos grupos de quinto grado de bachillerato del turno matutino de la Escuela Nacional Preparatoria, a los que reconoceremos como B₁ y B₂ (grupos experimentales), además se contó con dos grupos control a los que llamaremos grupos A₁ y A₂ quienes hicieron una práctica tradicional sobre el concepto de densidad a cargo de una profesora del mismo plantel bajo las mismas condiciones de trabajo que los grupos experimentales (en el *Anexo II* se presentan las respuestas que los alumnos dieron al cuestionario que se les aplicó inmediatamente después de terminar la experiencia práctica).

- En el **primer momento** el docente pretende que los estudiantes comprendan el concepto de densidad. Esto se debe a que aunque toda la materia posee masa y volumen, propiedades generales de la materia, la misma masa de sustancias diferentes ocupa diferente volumen; así como, volúmenes iguales de sustancias diferentes tienen diferente masa. Frecuentemente esta situación provoca confusión entre el alumnado. Asimismo, las nociones de peso, masa y volumen no han sido totalmente diferenciadas por los alumnos, poniéndose de manifiesto la existencia de deficiencias en las representaciones y uso del concepto de densidad (Carretero, M. y Limón, M., 1996).
- En el **segundo momento** de la secuencia didáctica se investigó cuáles eran las ideas previas de la totalidad de los alumnos de los grupos experimentales (B₁ y B₂), tomando en cuenta los puntos 2 y 4 (página 33) del modelo propuesto por Driver en 1988 (Carrascosa J. 2005):

2. Orientación

Consiste en la exposición por los alumnos de sus ideas (*Ver Anexo III*, exposición de las ideas previas de los estudiantes experimentales).

4. *Revisión del cambio de ideas*

Se trata de comparar las nuevas ideas con las iniciales (*Ver Anexo III*, revisión del cambio de las ideas previas de los estudiantes experimentales).

Para conocer las ideas previas de los estudiantes, antes de empezar el tema de densidad y sin haberles mencionado algo al respecto de este concepto, se les aplicó un cuestionario de dos preguntas (duración aproximada 20 minutos):

1. ¿Qué es la densidad?
2. ¿Para qué crees que te sirve entender el concepto de densidad?

En forma general las respuestas a estas preguntas arrojaron las siguientes ideas previas en los alumnos (*Ver Anexo III*, exposición de las ideas previas de los estudiantes):

- confunden masa con peso
- confunden volumen con densidad
- confunden peso con densidad
- confunden masa con densidad
- confunden viscosidad con densidad

En función de las respuestas a estas preguntas se diseñó la secuencia didáctica, que es objeto de esta investigación.

- En el **tercer momento**, el profesor planifica, diseña y pone a prueba la secuencia didáctica a través de una experiencia práctica que confronte las ideas previas de los alumnos, ésta se presenta a continuación:

Experiencia práctica

Con el objeto de sensibilizar e introducir a los alumnos de los dos grupos experimentales en la experiencia práctica, se describió una situación problemática, a partir de la cual, los alumnos se sintieran involucrados.

Situación problemática

Por parte de la prepa los grupos B□ y B□; según sea el caso, visitan una de las embotelladoras de Coca Cola, durante la visita Lorena y Rafael (que son integrantes del grupo), sin querer al pasar al lado de una mesa dejan caer varias latas de Coca Cola normal y Coca Cola Light en dos contenedores de agua. Los contenedores tienen una profundidad considerable. Lorena y Rafael saben que retirar las latas de los contenedores y dejarlas en su lugar como si nada hubiera pasado les evitará problemas, al mirar dentro de los contenedores observan un fenómeno inesperado debido al cual sólo pueden recuperar fácilmente un tipo de latas.

Se desea saber:

1. ¿Cómo podrías reproducir el fenómeno sucedido a Lorena y Rafael?
2. ¿Qué tipo de latas recuperaron fácilmente?
3. ¿Qué tipo de latas no pudieron recuperar?

Finalmente, todo el grupo se da cuenta de lo sucedido, ellos son un grupo al que le gustan los retos, por lo que deciden encontrar una explicación al fenómeno observado.

4. ¿Qué explicación le das al fenómeno ocurrido?
5. ¿Cómo demuestras experimentalmente tu hipótesis?
6. ¿Qué cálculos realizaste para justificar tu hipótesis?

Una vez que se les ha dictado el texto del problema se les dan las siguientes instrucciones:

- Hacer equipos de 3 personas
- Cualquier material que requieran lo pueden pedir a la profesora
- Pueden preguntar cualquier duda a la profesora
- Al final de la experiencia práctica deben entregar el *questionario contestado por equipo* incluyendo los siguientes puntos:
 - los resultados provenientes de su experimentación
 - los cálculos realizados a partir de los resultados obtenidos
 - hipótesis en función del concepto teórico y de los resultados obtenidos

Para la siguiente clase deben entregar un reporte de la práctica en forma individual, éste debe contener los siguientes puntos:

-¿Qué nombre le darías a la experiencia experimental?

-¿Cuál es la hipótesis que planteaste?

-¿Cuál es el objetivo de la misma?

-¿Cuál fue el material que necesitaste para demostrar tu hipótesis?

-¿Cuáles fueron tus resultados?

-¿Cuáles son tus conclusiones?

- En el **cuarto momento** el docente evalúa la secuencia didáctica mediante un cuestionario dirigido a los alumnos, éste se aplicó inmediatamente después de terminar el trabajo de laboratorio (duración aproximada 1:40 horas) con la finalidad de evaluar la experiencia práctica de la secuencia didáctica; el instrumento consistió en 8 preguntas con respuestas abiertas que se aplicó a los alumnos del quinto grado de bachillerato del turno matutino de la ENP N° 8, al término de su trabajo experimental (ver el siguiente capítulo: Resultados y su Análisis)

Cuestionario aplicado en forma individual a los alumnos:

1. ¿Para qué crees que te sirve lo que hiciste?
2. ¿Qué fue lo que te pareció más importante de lo que realizaste?
3. ¿Qué aprendiste en la práctica de hoy?
4. - ¿Qué preguntas te parece que quedaron sin respuesta?
5. ¿Cuál fue el punto o parte de la práctica que te pareció confuso?
6. ¿Esta forma diferente de hacer la práctica de laboratorio te motivó de alguna manera?
7. ¿Cuál fue el concepto teórico que utilizaste para realizar tu trabajo experimental?
8. - ¿Qué sugerencias propones para mejorar la práctica de laboratorio?

La siguiente clase se devuelven los resultados del *cuestionario contestado por equipo* que realizaron los alumnos al terminar la experiencia de la práctica (clase anterior), y se hace un análisis y discusión del trabajo de laboratorio y de los resultados obtenidos (duración aproximada 50 minutos). Los alumnos entregan el reporte de la práctica que realizaron en forma individual para que les sea revisado por a profesora.

La siguiente clase la profesora entrega a los alumnos el informe de la práctica ya revisado y corregido. Los alumnos analizan las correcciones o comentarios que se les ha indicado en su reporte. Posteriormente se hace una discusión grupal del mismo referente a las características que éste debe tener como: nombre de la práctica, objetivos, hipótesis, material, procedimiento, resultados, cálculos y conclusiones, así como de las dudas que los alumnos pudieran tener. También se discuten los resultados obtenidos. Finalmente cuando se ha terminado la discusión y se han aclarado todas las dudas, ha terminado el desarrollo de la secuencia didáctica (duración aproximada 50 minutos).

La siguiente clase se aplica nuevamente a los alumnos el cuestionario de revisión del cambio de ideas previas (página 38) (duración aproximada 20 minutos):

1. ¿Qué es la densidad?
2. ¿Para qué crees que te sirve entender el concepto de densidad?

De esta forma se puede realizar una revisión comparando las nuevas ideas con las ideas iniciales y determinar así si hubo o no un cambio de ideas previas en los alumnos (*Ver Anexo III*, revisión del cambio de las ideas previas de los estudiantes).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Duración de la secuencia didáctica

La secuencia didáctica del concepto de densidad tuvo una duración aproximada de cuatro horas o cinco clases de 50 minutos, este último tiempo es de acuerdo a como se maneja en la Escuela Nacional Preparatoria.

Ideas previas del concepto de densidad

En forma general las respuestas a las preguntas:

1. ¿Qué es la densidad?
2. ¿Para qué crees que te sirve entender el concepto de densidad?

arrojaron las siguientes ideas previas en los alumnos (*Ver Anexo III*, exposición de las ideas previas de los estudiantes), (duración aproximada 20 minutos):

- confunden masa con peso
- confunden volumen con densidad
- confunden peso con densidad
- confunden masa con densidad
- confunden viscosidad con densidad

Resultados del cuestionario resuelto por equipos durante la experiencia práctica

Respecto a la pregunta número 1. ¿Cómo podrías reproducir el fenómeno sucedido a Lorena y Rafael?

Se les había pedido a los alumnos que llevaran dos envases de refresco no retornable de 2.5 litros cortados por la parte alta para introducir con facilidad las latas. Los estudiantes no tuvieron duda de cómo reproducir el fenómeno, pues el haberles pedido este material, les hizo deducir que esos envases eran para tal efecto. Así contestaron que dejando caer las latas de

refresco respectivamente en los dos recipientes con agua, en uno la coca cola light y en otro la clásica.

A partir de ese momento los estudiantes mostraron asombro por lo que estaban observando y sorprendidos hacían comentarios entre ellos, todos los equipos llamaban a la profesora para decirle que fuera a ver lo que había sucedido y entonces afirmaban: “una flota y la otra se hunde” y en un tono de afirmación y cuestionamiento le decían “esto se debe al fenómeno de la densidad”. La profesora se concretó a decirles que “esa era parte de su investigación” que ellos debían demostrar experimental y matemáticamente lo que estaban asumiendo. Con esto los alumnos estaban listos para contestar las siguientes preguntas.

2. ¿Qué tipo de latas recuperaron fácilmente?

Los alumnos contestaron que la lata con coca cola light

3. ¿Qué tipo de latas no pudieron recuperar?

Los alumnos contestaron que las latas con coca cola clásica

4. ¿Qué explicación le das al fenómeno ocurrido?

Los alumnos contestaron que se debe a la densidad y que la coca light es menos densa que el agua y la coca clásica es más densa que el agua, por lo que se hunde, lo que depende de los ingredientes que contiene el líquido de cada una de las versiones de la coca cola. En este momento los alumnos ya habían planteado una hipótesis.

5. ¿Cómo demuestras experimentalmente tu hipótesis con un valor numérico?

En esta parte del trabajo experimental los alumnos se encontraban inquietos y sin saber qué hacer o por dónde empezar. Se les explicó varias veces que deberían hacer “algo” que les permitiera encontrar “resultados” o “valores” que les diera la pauta para determinar alguna magnitud que demostrara su hipótesis. Finalmente, con mucha “indecisión o miedo” un primer equipo pidió una balanza; después, dos, tres... equipos solicitaron también balanzas. Inmediatamente después algunos equipos iniciaron midiendo la masa de las latas. Para cada tipo de refresco midieron la masa total de la lata (lata más líquido) restándole la masa de la lata vacía, obteniendo así la masa del líquido. La determinación del volumen para el grupo B se dividió en dos diferentes procedimientos, algunos estudiantes pidieron probetas para medirlo y otros simplemente lo consultaron del contenido neto reportado en la lata. El grupo B se concretó en su totalidad a revisar el dato del contenido neto reportado en la lata (355 mL). Una vez teniendo las mediciones de masa y de volumen los alumnos calcularon la densidad para cada refresco. Obtuvieron un valor de densidad menor para la coca cola light comparado con el

valor de densidad mayor obtenida para la coca cola clásica, así justificaron matemáticamente la respuesta a la pregunta anterior.

Durante el transcurso de la práctica, los alumnos tuvieron dudas e inquietudes respecto a:

- qué material debían utilizar
- cómo plantearse los objetivos
- cómo realizar una hipótesis
- cómo hacer la discusión de resultados
- cómo reportar las conclusiones

Al final de la experiencia práctica, los alumnos entregaron el cuestionario contestado por equipos y fundamentaron la hipótesis a través del trabajo experimental con los resultados provenientes de su experimentación y a partir de los cálculos realizados (duración aproximada 1:40)

RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL CUESTIONARIO VALIDACIÓN

A continuación se muestra el porcentaje de las respuestas que los alumnos dieron al cuestionario que se les aplicó inmediatamente después de terminar su experiencia práctica (grupos: A₁, A₂, B₁, y B₂).

		Control Grupo A <input type="checkbox"/> 43 alumnos	Control Grupo A <input type="checkbox"/> 42 alumnos	Propuesta Grupo B <input type="checkbox"/> 49 alumnos	Propuesta Grupo B <input type="checkbox"/> 37 alumnos	Análisis de Resultados
Pregunta N°						
1.- ¿Para qué crees que te sirve lo que hiciste?	Mayoría Más del 75 %					La pregunta indaga si el estudiante encuentra alguna aplicabilidad a lo que hizo. En general la comparación de todos los grupos nos deja ver que los grupos de ambas profesoras concuerdan de manera relevante, ya que en general la mayoría de los estudiantes consideran que esta experiencia les sirve para conocer la densidad. Los restantes de B lograron, además, abstraerse de la experiencia experimental cuando hablan de identificar sustancias, mientras que los restantes de A siguen refiriéndose a la parte concreta del experimento. Por último una minoría de A <input type="checkbox"/> no logró comprender el concepto de densidad, al referirse a que no tiene que ver con la masa y el volumen.
	Más de la mitad (51-74 %)	Saber acerca de la densidad 74 %	Saber acerca de la densidad 71 %	Saber acerca la densidad 65 %	Saber acerca la densidad 56 %	
	50 % y menos de la mitad (26-49 %)			Evaluar lo que sabemos e identificar sustancias 29 %	Saber identificar las sustancias 33 %	
	Minoría 25 % y menos	Aprender a hacer mediciones y manejar el equipo de laboratorio 26 %	-Poner en práctica la teoría y reafirmar los conocimientos 21 % -Saber sobre la masa y la materia 6 % La densidad no tiene que ver con la masa y el volumen 2 %	Trabajar de un modo diferente e interesante 6 %	Comprender, hacer hipótesis, razonar, elaborar un experimento 11 %	
		Control Grupo A <input type="checkbox"/> 43 alumnos	Control Grupo A <input type="checkbox"/> 42 alumnos	Propuesta Grupo B <input type="checkbox"/> 49 alumnos	Propuesta Grupo B <input type="checkbox"/> 37 alumnos	Análisis de Resultados
Pregunta N°						
	Mayoría Más del 75 %					
	Más de la mitad (51-74 %)	El cálculo de la densidad 52 %	Calcular la densidad 57 %			
	50 % y menos de la mitad (26-49 %)	-Utilizar el material de laboratorio y las sustancias 23 %		-Comprobar la diferencia de densidades de dos cuerpos aparentemente iguales 37 %	-Saber diferenciar una sustancia de otra 43 %	

Resultados del reporte individual de la experiencia práctica

A la siguiente clase de la experiencia práctica los alumnos entregaron un reporte individual de la práctica que contenía los siguientes puntos:

-¿Qué nombre le darías a la experiencia experimental?

-¿Cuál es la hipótesis que planteaste?

-¿Cuál es el objetivo de la misma?

-¿Cuál fue el material que necesitaste para demostrar tu hipótesis?

-¿Cuáles fueron tus resultados?

-¿Cuáles son tus conclusiones?

Respuestas generales de los alumnos

-¿Qué nombre le darías a la experiencia experimental?

La gran mayoría de los alumnos de ambos grupos utilizó el nombre de "Densidad", mientras que otros prefirieron los nombres de: "Densi-Cola", "La densidad y el refresco", "El fenómeno de la densidad", "Prueba de densidad", "La densidad en los líquidos que parecen iguales", "Refrescos en el agua", "El B□ en la embotelladora", "La densidad en nuestra vida cotidiana", "Cómo influye la densidad en nuestra vida diaria", "Relación entre masa y volumen", "A qué se debe la densidad de los materiales", "Diferencias entre la coca cola light y la coca cola clásica", entre otros. Estos nombres nos hacen reflexionar en lo creativos que son los estudiantes y en que se sintieron parte de la situación problemática y del trabajo de laboratorio; así como en lo que significó la experiencia práctica para ellos, desde entender el concepto de densidad, pasando por la reflexión de la utilidad de la densidad, la influencia que ésta tiene o puede tener en su cotidianidad, hasta volverse reflexivos y críticos al cuestionarse más allá de la experiencia práctica.

-¿Cuál es la hipótesis que planteaste?

En forma frecuente la hipótesis se refirió a: “La coca cola light flota en el *agua* por su menor densidad y la coca cola clásica se hunde en el *agua* por su mayor densidad”. Sin embargo hubo otras como “Si la lata de la coca light se hunde y la de la coca clásica se hunde entonces se encuentra presente un fenómeno llamado densidad y esto puede variar de acuerdo a los ingredientes, al material, al volumen, “Durante algunos años atrás la compañía Coca Cola nos ha hecho conocer en la publicidad que la coca cola light a diferencia de la clásica no tiene azúcar, y el azúcar tiene cierta densidad que la light no tiene, así que por ese motivo intuyo que la light flotará y la clásica se irá al fondo del contenedor”, “Creemos que las latas de coca cola tienen diferentes ingredientes y que éstos pueden afectar la flotabilidad de las latas en el *agua*”, “Nosotros creemos que las dos latas se irán hacia el fondo o flotarán, considerando que las dos tienen el mismo contenido en mililitros”. Respectivamente estas hipótesis hacen referencia a que la mayoría entiende el concepto de densidad, pero además que pueden reflexionar que la densidad depende de ciertas variables, también son capaces de relacionar lo que dice la publicidad con su trabajo dentro del laboratorio, indagan para dar explicación a sus inquietudes, en sus expresiones podemos descubrir que implícitamente asumen que la densidad, no sólo depende del objeto (las Coca Colas) sino que lo relacionan con el fluido en el que éste se encuentra (el agua), así mismo infirieron a la densidad directamente de la observación, en este caso la flotación de las coca colas. También podemos observar que prevalecen algunas de las ideas previas de que es motivo la densidad.

-¿Cuál es el objetivo de la misma?

La mayoría de los objetivos hicieron mención a: “Comprobar matemáticamente que la coca cola light es menos densa que la coca cola clásica”; sin embargo hubo otros como: “Determinar la densidad de dos sustancias diferentes contenidas en recipientes del mismo volumen”, “Conocer la causa por la que un objeto del mismo volumen logra flotar y el otro no”, “Saber el por qué las coca colas bajo las mismas circunstancias y con el mismo contenido de líquido se comportan de manera diferente”, estos objetivos bajo la mención “del mismo volumen” evidencian que los alumnos asumían que para un mismo volumen las propiedades, en este caso la densidad, deberían tener las mismas características o propiedades. También bajo la mención de “las mismas circunstancias” tácitamente indican que ambas latas estaban en agua.

“Observar mediante un experimento práctico el fenómeno de la densidad y aplicarlo al conocimiento básico de la vida cotidiana”, “Conocer y entender cómo sucede esta propiedad para tener la experiencia y poder tener conocimiento de la densidad en otras situaciones, porque la densidad también se puede aplicar en otros campos de estudio incluso en la vida diaria, experimentar que el conocimiento no es aburrido”, “Calcular la densidad de las coca colas y descubrir por nosotros mismos para que nos puede servir medir la densidad de las cosas”.

A la luz de estos objetivos podemos darnos cuenta que los jóvenes asumen que el conocimiento acerca de la densidad como un concepto útil en su cotidianidad y que el proceso de enseñanza aprendizaje no necesariamente tiene que ser aburrido.

-¿Cuál fue el material y sustancias que necesitaste para demostrar tu hipótesis?

El material y las sustancias que describen es:

-2 envases de coca cola 2.5 L, previo corte del cuello de las botellas

-1 lata de coca cola clásica cerrada

-1 lata de coca cola light cerrada

-agua

-1 franela

-1 probeta (algunos alumnos de B□)

-1 báscula

-¿Cuáles fueron tus resultados?

Masa de la lata con coca cola clásica: 381.7 g

Masa de la lata con coca cola light: 369.1 g

Masa de la lata de coca cola clásica vacía: 15.4 g

Masa de la lata de coca cola light vacía: 15.4 g

Volumen del líquido de coca cola clásica: 355 mL

Volumen del líquido de coca cola light: 355 mL

Los cálculos en general fueron:

Masa de la coca clásica: $381.7\text{g} - 15.4\text{g} = 366.3\text{g}$

Densidad de la coca clásica: $366.3\text{g} / 355\text{mL} = 1.03\text{ g/mL}$

Masa de la coca light: $369.1\text{g} - 15.4\text{g} = 353.7\text{g}$

Densidad de la coca light: $353.7\text{g} / 355\text{mL} = 0.99\text{ g/mL}$

-¿Cuáles son tus conclusiones?

Las conclusiones que mencionan de forma general son:

“Comprobamos que las latas que no se recuperaron fueron las de coca cola light y que las latas de coca cola clásica son las que si se pudieron recuperar, pues son más densas que la coca cola light; ahora sabemos que los materiales flotan o no flotan dependiendo de su densidad”, “Ya sabemos que la densidad es la relación entre el volumen de un cuerpo y la masa o cantidad de materia que contiene, por tanto llegué a la conclusión de que la coca light tiene menos densidad pues contiene un ingrediente diferente a la coca cola clásica, un endulzante artificial que la hace más ligera que la coca clásica”, “Entendimos qué es la densidad y cómo se calcula”, “La densidad puede variar de acuerdo al material, ya que unos son más densos que otros, ya sean gases, líquidos o sólidos”. Como se puede apreciar los alumnos alcanzan un nivel de comprensión, que va más allá de la propia experiencia práctica (de lo concreto), lo que nos indica que este tipo de trabajos prácticos proporcionó herramientas para que los estudiantes desarrollen su pensamiento hipotético deductivo, ya que sabemos que para entender el concepto de densidad es importante manejar un pensamiento formal (la duración aproximada fue de 1:40 horas).

Revisión de las ideas previas de los estudiantes al término de la secuencia didáctica

Finalmente los resultados de aplicar nuevamente el cuestionario (página 38):

1. ¿Qué es la densidad?
2. ¿Para qué crees que te sirve entender el concepto de densidad?

Revelaron que hubo un cambio en las ideas previas de los estudiantes al compararlas con estas nuevas respuestas (*Ver Anexo III*, revisión del cambio de las ideas previas de los estudiantes), (duración aproximada 20 minutos):

1. ¿Qué es la densidad?

- Es una relación entre la masa y el volumen
- Es una característica que identifica cada uno de los materiales
- Es una propiedad de la materia que establece una relación entre la masa y el volumen
- Es una propiedad que determina la flotabilidad de un cuerpo

2. ¿Para qué crees que te sirve entender el concepto de densidad?

- Para identificar sustancias
- Para aplicar y comprender el fenómeno de la densidad

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Dentro de la Escuela Nacional Preparatoria se está tratando de abatir tanto el problema de la desigualdad en el contexto de la Educación Media Superior, así como, el de la cobertura insuficiente. Así mismo, a través del posgrado en docencia para la educación media superior (MADEMS), se busca reconsiderar la calidad en la educación. Es a partir de este programa que se ha generado el presente producto como una forma de contribuir a la innovación de la enseñanza. En éste se propuso una secuencia didáctica en la que se involucró la práctica científica y se hizo partícipe al estudiante en la construcción de su propio conocimiento.

De manera general, una de las debilidades de la educación dentro de la ENP es que no se está al tanto de los modelos del aprendizaje actuales ni de sus implicaciones dentro de la enseñanza. Por otro lado las secuencias didácticas descritas en la bibliografía se han desarrollado para contextos específicos, pero en particular dentro del colegio de química de la ENP no existe referencia que plantee estrategias didácticas con el fin de que los alumnos desarrollen competencias en las que sean capaces de construir aprendizajes significativos.

La mayoría de los profesores del colegio de química de la ENP utilizan los manuales de prácticas por mera comodidad operativa, pues en general describen las prácticas contenidas en éstos, como una serie de instrucciones y un exceso en la cantidad de preguntas que los alumnos deben contestar y que promueven el aprendizaje memorístico, por lo que los profesores con menos antigüedad buscan alternativas pues son más críticos de los manuales.

Este estudio ha resultado de gran importancia, ya que el diseño de esta secuencia didáctica involucra al estudiante en la construcción de su propio conocimiento.

La propuesta de elaboración de secuencias didácticas se ejemplificó con una que aborda específicamente el tema de densidad. Con la finalidad de comprobar que este tipo de secuencias didácticas rescata los objetivos fundamentales de los trabajos prácticos, de los que se ha hablado a lo largo de este trabajo, se aplicó a dos grupos experimentales (B_1 y B_2) de alumnos teniendo dos grupos (A_1 y A_2) como control. Al comparar los grupos control y experimental se encontraron logros reveladores obtenidos por los alumnos experimentales, tanto en el desarrollo

de su pensamiento hipotético deductivo, ya que la densidad es un concepto perteneciente a un pensamiento formal, como a nivel de los contenidos y, en lo referente al método hubo grandes hallazgos, entre los que cabe subrayar que los alumnos son críticos, reflexionan, se comunican, redactan, argumentan, concluyen, etc.

Al desarrollar el segundo momento de la secuencia didáctica se comprobó, entre otras cosas, que el conocimiento de las ideas previas de los alumnos es una condición necesaria para mejorar las posibilidades de aprendizaje.

- confunden masa con peso
- confunden volumen con densidad
- confunden peso con densidad
- confunden masa con densidad
- confunden viscosidad con densidad

A partir del conocimiento de éstas se desarrollaron estrategias adecuadas para el tercer momento de la secuencia didáctica, en donde se permitió a los estudiantes confrontar estas ideas

Así mismo, en el tercer momento de la secuencia didáctica el trabajo experimental presentó una serie de actividades capaces de generar retos en el alumno, igualmente influyó positivamente en el aprendizaje del concepto de densidad. Además, los estudiantes se interesaron y motivaron, adquirieron habilidades en la resolución de problemas y, tal vez sin darse cuenta, fueron capaces de plantear procedimientos científicos. El presentar a los alumnos esta forma diferente de realizar las experiencias prácticas provocó en ellos la necesidad de desarrollar nuevas competencias, estrategias y destrezas.

Ya que fueron capaces de:

- reconocer el problema
- diseñar y planear un procedimiento experimental
- establecer y ejecutar el trabajo experimental (manipulación)
- observar y medir (incluyendo el registro de datos y observaciones)
- Interpretar y evaluar los datos experimentales y observaciones

La revisión del cambio de las ideas previas a través de la comparación de éstas con las que los alumnos expresaron una vez finalizada la secuencia didáctica, dejó ver un cambio sustancial en las nuevas ideas, en donde los estudiantes fueron capaces de identificar a la densidad como una:

- relación entre la masa y el volumen
- característica que identifica cada uno de los materiales
- propiedad de la materia que establece una relación entre la masa y el volumen
- propiedad que determina la flotabilidad de un cuerpo

Además de que entendieron que uno de los objetivos de la experiencia práctica era comprender y aplicar el fenómeno de la densidad

A lo largo de la actividad experimental fue fácil notar que los estudiantes pueden trabajar de forma medianamente autónoma, en una situación problemática interesante y de su agrado, esto nos llevó a pensar que la educación en el nivel bachillerato puede formar estudiantes con cierta experiencia en los métodos de investigación científica.

Una de las condiciones necesarias para que la secuencia didáctica promueva las competencias mencionadas es que el laboratorio se emplee como una fuente de aprendizaje constante para el alumno y de investigación para los profesores, quienes deben además comprometerse con su labor docente

Otra de las aportaciones de este trabajo es que la secuencia didáctica puede ser utilizada como referencia para que los profesores de ciencias desarrollen secuencias didácticas de diversos conceptos con la finalidad de promover aprendizajes significativos en sus alumnos.

Sabemos que no existe una secuencia didáctica o estrategia única para enseñar un tema en particular desde una perspectiva constructivista, pero sí podemos afirmar que esta propuesta promovió una enseñanza más significativa en los estudiantes, en donde además, se les confirió responsabilidad en su proceso de aprendizaje.

RECOMENDACIONES

Para aplicar exitosamente esta propuesta es de suma importancia atender a las siguientes recomendaciones.

Si se pretende observar cambios definitivos en el aprendizaje de los alumnos es necesario trabajar con esta metodología como mínimo durante un año para verificar si se tuvo un impacto a mediano plazo en la forma en la que los alumnos afrontan problemas científicos y entienden conceptos abstractos.

La secuencia se probó satisfactoriamente con un grupo de 49 alumnos. Podemos decir que es factible trabajar con grupos de 50 alumnos (aunque pedagógicamente hablando, lo ideal es atender 30 alumnos o menos).

Si se desea generar, implantar y evaluar un currículo que promueva el aprendizaje significativo, es urgente que los profesores de química tengan menos grupos a su cargo y que la matrícula de éstos se reduzca.

Para desarrollar este tipo de estrategias es importante unir esfuerzos y que los profesores de química trabajen en forma colegiada. Esta forma de trabajo se puede promover inicialmente a partir de un trabajo conjunto de los egresados de la MADEMS.

GLOSARIO

Aprender

Es la capacidad de aprendizaje y es una propiedad adaptativa inherente a los organismos. Es uno de los procesos más difíciles de simular en los sistemas de inteligencia artificial, Pozo (1989).

Aprendizaje

Es la posibilidad de modificar las pautas de conducta ante los cambios que se producen en el ambiente, es más característico de especies superiores, que deben enfrentarse a ambientes más complejos y cambiantes. Es un proceso de cambio conceptual.

Cambio conceptual

Problema complejo que busca una solución para como se construye el conocimiento. Es un proceso mental complejo. Transformación cognitiva y conceptual que requiere de tiempo, conciencia y reconocimiento del sujeto. El cambio conceptual se da en 3 procesos: Diferenciación, conceptos antes no diferenciados. Coalescencia, integración de dos conceptos en uno. Cambio de propiedad en una relación, Carey (1995). Es una reconsideración y reestructuración, implica desde cambios ontológicos hasta procesos epistémicos (para conocer las representaciones). No es un reemplazo de conceptos sino “un cambio de concepciones o de sistemas de representación”. Reestructuración y construcción de nuevos sistemas.

Ciencia

Son los conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales. La ciencia no es un conjunto de reglas y procedimientos para ser aplicados en cualquier situación. Es algo más que una colección de tareas individuales de laboratorio. No es un algoritmo. En 1986, Laudan establece que la ciencia es una actividad que funciona sobre base de preguntas (problemas) y respuestas (teorías) que se desarrollan según tradiciones de investigación.

Construcción del conocimiento

Analizado desde la historia de la ciencia es sinónimo a proceso de aprendizaje.

Currículo

Es la conjunción de elementos que como unidad atienden a los aspectos estructurantes de la educación institucionalizada:

- Métodos didácticos
- Bases psicosociales

Didáctica de la ciencia

Definida como la producción teórica de mecanismos e instrumentos de aprendizaje y enseñanza. Intenta dar solución a la problemática que se presenta en dicho proceso a partir de una estructura teórica de diversa orientación y formulada a través de la historia de la educación. Comprende: factores institucionales y educativos, factores materiales y físicos, factor humano (el científico), contexto histórico-social, relaciones político-ideológicas, planes de estudio, programas de estudio, reforma educativa, tecnología educativa.

Disertar

Razonar. Discurrir detenida y metódicamente sobre alguna materia, bien para exponerla, bien para refutar opiniones ajenas.

Docencia

Es la relación que se da en el proceso de enseñanza aprendizaje entre educador y educando (relación que incluye la didáctica)

Educación generalizada

Es una formación permanente y masiva.

Eclecticismo. (De ecléctico). Modo de juzgar u obrar que adopta una postura intermedia, en vez de seguir soluciones extremas o bien definidas. Escuela filosófica que procura conciliar las doctrinas que parecen mejores o más verosímiles, aunque procedan de diversos sistemas.

Episteme

En la filosofía platónica, el saber construido metodológicamente en oposición a las opiniones individuales. Conocimiento exacto. Conjunto de conocimientos que condicionan las formas de entender e interpretar el mundo en determinadas épocas.

Epistemología

Doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico. Es una parte de la filosofía de las ciencias que permite trasponer los conocimientos que ha elaborado la ciencia y cuestionar sobre el valor de sus métodos y de las interpretaciones que ofrece la naturaleza.

Epistemología socio-constructivista de la ciencia

Es el análisis de las prácticas de los científicos.

Heurístico

Técnica de la indagación y del descubrimiento. En algunas ciencias es la manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.

Holismo

Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

Holístico

Integral

Modelo

Esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento, puede asumirse como un proceso de investigación y como un producto en términos de constituir unidades curriculares. El modelo valida empíricamente los resultados del aprendizaje en función de las actividades planeadas.

Observador

Ser un observador (hábil) significa saber qué estamos buscando, cómo y dónde lo estamos buscando, teniendo expectativas y contrastándolo con la realidad.

Ontología

Trata del ser en general y de sus propiedades trascendentales.

Ontológico

Argumento

Teoría

Conocimiento especulativo considerado con independencia de toda aplicación. Hipótesis cuyas consecuencias se aplican a toda una ciencia o a parte muy importante de ella, sin haberlo comprobado en la práctica.

BIBLIOGRAFÍA

- Alíberas, J. (1989) "Didáctica de las Ciències. Perspectivas actuals", Editorial Vic: Eumo.
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1993) *Psicología Educativa*, Un punto de vista cognoscitivo, México, Trillas.
- Barral, F. (1990) "¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes", *Enseñanza de las Ciencias* 8(3), pp. 244-250
- Bolaños, S. (2007) "Estas son las políticas públicas que requerimos, afirma el rector de la UNAM" *La Jornada*, 15 de agosto
- Bernard, L. (1998) "Teachers' beliefs and instructional strategies in science: Pushing analysis further", *Science Education* 81(3), pp. 277 - 294
- Bullejos de la Higuera, J. y Sanpedro Villazán, C. (1990) "Diferenciación de los conceptos de masa, volumen, y densidad en los alumnos de BUP, mediante estrategias de cambio conceptual y metodológico", *Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp. 31-36
- Carrascosa, Jaime (2005) "El Problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El Cambio de concepciones alternativas", *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 2(3), pp. 388-402
- Carretero, M. y Limón, M. (1996) *Problemas actuales del constructivismo*. De la teoría a la práctica, En: Rodrigo M. y Arnay (Eds). *La construcción del conocimiento escolar*. Ecos de un debate. Auque, Buenos Aires.
- Chang H. and Lederman N. (1994) "The effect of levels of cooperation with physical science achievement", *Journal of Research in Science Teaching*, 32, pp. 167-181.
- Del Carmen, L. (2000) *Didáctica de las ciencias experimentales*, Los trabajos prácticos, Editorial Marfil: Alcoy, España.
- Doran R. et al. (1993). "Alternative assessment of High School laboratory skills". *Jour. Res. Sci. Teach.* 30(9), pp. 1121-1131

Driver, R. and Oldham, V. (1986) "A constructivist approach to curriculum develop and science", *Studies in Science Education*, 13, pp. 105-122

Flores, F. (2004) "El cambio conceptual. Interpretaciones, transformaciones y perspectivas", *Educación Química* 15(3), pp. 256-269

Furió Carlos y Furió Cristina (2000) "Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos", *Educación Química* 11(3), pp. 303 -307

Furió C. y Valdés P. (2005) "¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica?" en: *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. 1a ed. Santiago de Chile: Orealc/Unesco Santiago, 2005

Geli de Ciurana, A. (1995) "La evaluación de los trabajos prácticos", *Alambique Didáctica de las ciencias experimentales*. No. 4. Año II.

Gómez, M. y Sanmartí, N. (1996) "La didáctica de las ciencias una necesidad", *Educación Química*, 7(3)

Haluk, Özmen (2004) "Some student misconceptions in chemistry: a literature review of chemical bonding", *Journal of Science Education and Technology*, 13(2) pp. 147-159

Herron, M. (1971) "The nature of the scientific enquiry", *School Review*, 79 (2), pp. 171- 212

Hodson, D. (1992) "Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science", *Science and Educations* 1(2), pp. 115-144.

Hodson, D., 1993. "Re-thinking old ways: towards more critical approach to practical work in school science", *Studies in Science Education*, 22, pp. 85-142.

Hodson, D. (2001) Research on practical work in school and universities: In pursuit of better questions and better methods. Proceedings of the 6th European Conference on Research in Chemical Education, University of Aveiro, Aviero, Portugal.

Hofstein A. and Lunetta V. (2003) *The laboratory in science education: foundation for the 21st century*. Wiley Periodical, Inc. pp. 28-54

Ibáñez, V. y Gómez Alemany, I. (2005) "La interacción y la regularización de los procesos de enseñanza- aprendizaje en la clase de ciencias: análisis de una experiencia", *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1)

Jiménez, M. (1992) *Análisis de modelos didácticos*, Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid

Leach John, Scout Phil (2002) "Designing and Evaluating Science Teaching Sequences: an Approach Drawing upon the concept of learning Demand and Social Constructivist Perspective on Learning", *Studies in Science Education*, 38

Lijnse, P.(2004) "Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences", *INT. J. SCI. EDUC.*, 26 (5) pp. 537-554.

Mariscal, F. (2005) Innovaciones didácticas "Como muestra un Botón: un ejemplo de trabajo práctico en el área de ciencias de la naturaleza en el segundo curso de educación secundaria obligatoria", *Enseñanza de las Ciencias*, 2005, 23(2), pp. 275-292

Méheut y Psillos (2000) "Designing and Validating Teaching-Learning Sequences in a Research Perspective" *International Symposium*, Paris.

Montagut P. et al. (2002) "Evaluación de los aprendizajes en situaciones de laboratorio", *Educación Química* 13(3), pp. 188-200

Nakhleh M. et al. (2002) "Aprendiendo química en un ambiente de laboratorio", *Chemical Education*, 76(6), pp. 89-107

Olivares, A. (2007) "La UNAM, fundamental para el país: De la Fuente; inaugura el ciclo 2008-1" *La Jornada*, 14 de agosto

Osborne et al. (1983) "Science Teaching and Children's views of the world". *European Journal Science Education*. 5 (1), pp. 1 -14

Posada, J. (2000) El estudio didáctico de las ideas previas. En F.J. Perales y P. Cañal (Eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Editorial Marfil: Alcoy.

Pozo, J. (1987b) La historia se repite: Las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 69-87.

Pozo, Munoicio J. (1999) *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje* 1a.ed. Madrid:Alianza Editorial, pp. 28-49.

Psillos D. et al. (2004) “Un análisis epistemológico sobre la evolución de actividades didácticas en las secuencias de enseñanza – aprendizaje: el caso de los fluidos”, *Boletín internacional de educación científica* 26 (5) pp.555-578

Tobin, K. (1988) “Improving science teaching practices”, *International Journal of Science Education*, 10(5) pp. 475-484.

UNAM Posgrado (2004) MADEMS *Maestría en docencia para la educación media superior*, Documento de creación del programa. UNAM

Vanessa Kind (2004) *Más allá de las apariencias* México, D.F. Aula XXI Santillana

Viennot, L. (1979) Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1, 202-222.

Vos W. de y Verdonk A. H. (1987) “A new road to reactions part 5: The elements and its atoms”, *Journal of Chemical Education*, 64(12) pp. 1010-1013

Wilkenson J. y Ward M. (1997) “The purpose and perceived effectiveness of laboratory work in secondary schools”, *Australian Science Teachers’ Journal*, 43, 49–54.

ANEXO I

Cuestionario Dirigido a los Docentes de la ENP y su Análisis de Resultados

Profesor categoría: 41-46 años de labor docente	Preparatoria en la que laboras	Materias que impartes						
	Preparatorias N° 5, 6, 7	QIII QIV						
Pregunta:			Si	Algunas veces	No	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de Resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?			100 %			<p>-no hay prácticas mejores, es accesible a los alumnos, está pensado para que el alumno desarrolle muchas de las habilidades requeridas en el estudio de la química, fue hecho guiándose en el programa</p> <p>-colegiadamente llegamos al acuerdo de utilizar el manual de la ENP</p> <p>-el problema radica en la falta de un ayudante, de reactivos, de material, además del elevado número de estudiantes.</p>	<p>-se deben revisar y actualizar</p> <p>-incluir una práctica de seguridad en el laboratorio y una de manejo de material</p> <p>-ampliarlo para tener opción de escoger las prácticas</p> <p>-tratar de incluir otras prácticas que sean tipo investigación</p>	<p>Todos los docentes con experiencia docente entre 41 y 46 años consideran que el manual de prácticas es excelente y que lo que el estudiante debe desarrollar en el laboratorio se limita a habilidades de manejo de reactivos y material de laboratorio; así como que la problemática del trabajo práctico se debe sólo a cuestiones de logística.</p> <p>Sólo un profesor menciona la investigación como un medio de enseñanza en el laboratorio.</p>

Profesor categoría: 31-40 años de labor docente	Preparatoria en la que laboras	Materias que impartes						
	Preparatorias N° 2, 5, 8	QIII QIV						
Pregunta:			Si	Algunas veces	No	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de Resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?			75 %		25%	-Las prácticas están bien diseñadas y son adecuadas a los contenidos de los programas, a las necesidades de cada plantel. -Son prácticas inoperantes, tradicionales, no fomentan la creatividad, investigación y sí predisponen al estudio nefasto memorístico.	-No necesitan modificaciones, en todo caso ligeras actualizaciones en la bibliografía. -Una revisión constante. -Tirarlo a la basura, hacer uno al nivel de educación media superior que motive al alumno, le cree habilidades, considere la microescala, la interdisciplina, aplicación a la química, a la producción, los sistemas ecológicos y el impacto ambiental.	El 75 % de los docentes con experiencia docente entre 31 y 40 años piensan que el manual de prácticas es funcional. El 25 % en esta categoría esta en desacuerdo total de utilizar el manual de prácticas, lo encuentra totalmente incongruente a su contexto actual. Propone hacer un nuevo manual acorde con las necesidades actuales de la ENP.

Profesor categoría: 21-30 años de labor docente	Preparatoria en la que laboras	Materias que impartes						
	Preparatorias N° 4, 7	QIII QIV						
Pregunta:			Si	Algunas veces	No	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de Resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?			50 %	50 %		-es el adecuado para los objetivos de los programas. -como docente me gusta reinventarme en mi ejercicio educativo de manera autocrítica de acuerdo al contexto.	-ninguna -deben evaluarse por pares internos y externos.	El 50 % de esta categoría considera que el manual es funcional. El otro 50 % de los docentes con antigüedad entre 21 y 30% esta conciente que se debe ser reflexivo y crítico en el ejercicio docente.

Profesor categoría: 11-20 años de labor docente	Preparatoria en la que laboras	Materias que impartes						
	Preparatorias N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9	IFQ, QI, QII, QIII, QIV, Físico-química						
Pregunta:			Si	Algunas veces	No	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de Resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?			69%			<p>-prácticas revisadas, acorde al programa</p> <p>- el colegio de química selecciona las prácticas, apoya el material y reactivos que se incluyen en las prácticas del manual</p> <p>-debe utilizarse el material elaborado por los compañeros(a) docentes</p> <p>-porque es más cómodo para todo colegio realizar la misma práctica</p> <p>-es de fácil adquisición</p>	<p>-ajustar el tiempo de las prácticas</p> <p>-revisar el manual regularmente</p> <p>-redactar un manual para el maestro (prácticas confusas)</p> <p>-corregir la redacción ya que luego no se entiende</p> <p>-diseñar un formato para que el alumno reporte la práctica y sea más fácil calificar</p> <p>-plantear menos objetivos</p> <p>-cada profesor debe corregir y mejorar las prácticas</p> <p>-prácticas menos extensas</p> <p>-cambiar sustancias tóxicas por otras que no lo sean y reducir las cantidades de reactivos</p> <p>-compra de reactivos, material y mantenimiento (laboratorios)</p> <p>-realizar las prácticas antes de aplicarlas para saber que resultados se obtienen</p>	<p>Poco menos de la mitad son docentes entre 11 y 20 años de experiencia y el 69 % correspondiente a una cuarta parte de la muestra, encuentran el manual confuso, con muchos objetivos y por tanto prácticas extensas. No obstante lo utilizan no tanto porque consideren que es un buen instrumento para realizar el trabajo experimental con sus estudiantes sino por comodidad ya que contarán con el material y reactivos necesarios. A pesar de ello no hay una propuesta sustancial para mejorar esta situación.</p>
				Algunas veces 13 %		<p>-elijo las prácticas que creo adecuadas y propongo las demás</p> <p>-las prácticas no salen bien, otras son muy largas</p> <p>-empleo algunas prácticas del manual y las modificó en colaboración con otros maestros</p> <p>-son prácticas poco atractivas</p>	<p>-reestructurar o cambiar las prácticas por otras más completas</p> <p>-menos preguntas</p> <p>-prácticas más atractivas para docentes y estudiantes.</p>	<p>Una minoría lo utiliza algunas veces ya que coinciden con los inconvenientes observados por el 69 % de docentes del apartado anterior.</p>

Continúa Pregunta Anterior Profesor categoría: 11-20 años de labor docente					No	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?					18%	<p>-me parecen muy largas</p> <p>-no presenta una secuencia de contenidos</p> <p>-no existen en el laboratorio los materiales y reactivos que se piden en los manuales</p> <p>-algunas prácticas no salen bien y otras son confusas</p>	<p>-menos preguntas y prácticas más atractivas, - prácticas más cortas con materiales de fácil adquisición, - prácticas más reflexivas, - planear problemas simples de poca duración</p> <p>-prácticas más acordes con la realidad de la ENP</p>	<p>Una minoría decide definitivamente no utilizarlo.</p> <p>Proponen realizar prácticas más acordes con la realidad.</p>

Profesor categoría: 1 - 10 años de labor docente	Preparatoria en la que laboras	Materias que impartes						
	Preparatorias N° 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	IFQ, QI, QII, QIII, QIV, Físico-química						
Pregunta:			Si	Algunas veces	No	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de Resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?			56 %			<ul style="list-style-type: none"> -las prácticas son propuestas por el propio colegio -son prácticas ya elaboradas y probadas -el manual es fácil de adquirir -facilita la adquisición del conocimiento -se ajusta al programa de estudio -es una herramienta útil -prácticas ilustradas e interesantes -realizó las prácticas de acuerdo al material y al tiempo disponible 	<ul style="list-style-type: none"> -prácticas más constructivistas sin recetas, con la participación del estudiante, menos largas y redactadas con claridad -actualizarlo, considerando la microescala, mapas mentales y conceptuales -sería mejor hacer otros -incluir diagramas para el desecho de sustancias -no utilizar conceptos que no se han revisado -mejorar el manual de química III 	<p>Casi la mitad de la muestra corresponde a docentes con antigüedad entre 1 y 10 años. 56 % un valor muy semejante al de los docentes de la categoría anterior que sí utiliza el manual (11 a 20 años con 69 %) justifican la realización de las prácticas del manual por considerarlo funcional y nuevamente se habla de la comodidad de que ya todo está probado y apegado a los programas de estudio. A diferencia del 69 % de la categoría anterior mencionan que es mejor hacer un nuevo manual en lugar de modificar los existentes. Promover prácticas que no sean recetas de cocina, en donde participe el estudiante con instrumentos que no son constantes en los actuales manuales editados por la UNAM.</p>

Profesor categoría: 1 - 10 años de labor docente				Algunas veces	Justifica tu respuesta	Sugerencias para mejorar el manual	Análisis de Resultados
¿Cuándo realizas prácticas de laboratorio utilizas el manual de prácticas editado por la UNAM?				38 %	<p>-sólo utilizo el manual de fisicoquímica, -algunas prácticas no son muy claras y otras son muy largas -al cuestionar a los alumnos las prácticas no les parecen interesantes -sólo utilizó algunas prácticas -el manual de QIII no me gusta es confuso -tomo prácticas del manual de la ENP, de algún libro, las propuestas en el seminario local o de creación personal -tiene prácticas no viables para el curso -prácticas rebuscadas</p>	<p>nuevas prácticas donde el estudiante aprenda a manipular sustancias y equipo de laboratorio -prácticas con objetivos más concretos, actividades sencillas y cortas -proponer algo a lo que los estudiantes pudieran sacarle provecho práctico -hacer una planeación de prácticas al inicio del curso -realizar preguntas que guíen al estudiante hacia la conclusión -actualizar y hacer más interesantes las prácticas con menos preguntas, adicionar mapas mentales y conceptuales, crucigramas y dibujos -no usar manuales sino prácticas abiertas para contenidos básicos</p>	<p>Los que utilizan el manual sólo algunas veces 38 % justifican confirmando los comentarios ya descritos con anterioridad. Sugieren utilizar estrategias diferentes a las planteadas en el actual manual de prácticas e incluso mencionan el prescindir de manual de prácticas sustituyéndolo por prácticas de acuerdo a objetivos particulares.</p>
				No 6 %	<p>-prácticas repetitivas con muchas preguntas -el de química III no es adecuado, no corresponde al nivel del estudiante</p>	<p>-prácticas más cortas y atractivas -tratar de evitar tantas preguntas -mejorar formato</p>	<p>Nuevamente sólo una minoría decide no utilizar el manual con argumentos similares a los anteriores.</p>

Anexo II

Práctica de laboratorio aplicada a los alumnos de los grupos control A₁ y A₂

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL (8) MIGUEL E. SCHULZ

LABORATORIO DE QUÍMICA III

DENSIDAD

Investigación. ¿Qué es densidad?, ¿De qué variables depende? ¿Cuál es su utilidad?

Objetivo: Que el alumno adquiriera destreza en el manejo de los instrumentos de laboratorio, para pesar y medir sustancias sólidas y líquidas. Sea capaz de calcular la densidad e algunos cuerpos sólidos y sustancias líquidas.

Sustancias

15 mL e alcohol
25 mL e gasolina
3 canicas
1 corcho

Material

una balanza
una probeta

Procedimiento A

1. Pesarse en la balanza la probeta vacía y anotar el peso
2. Medir en la probeta 15 mL de alcohol
3. Pesarse la probeta con alcohol y anotar el peso

Procedimiento B

1. Pesarse en la balanza la probeta vacía y anotar el peso
2. Medir en la probeta 25 mL de gasolina o benceno
3. Pesarse la probeta con gasolina o benceno y anotar el peso

Procedimiento C

1. Pesarse en la balanza 3 canicas juntas y anotar el peso
2. Medir en la probeta 30 mL de agua
3. Colocar las canicas en la probeta con los 30 mL de agua y anotar el volumen desplazado

Procedimiento D

1. Pesarse un corcho y anotar el peso
2. Medir en la probeta 30 mL de agua
3. Colocar las canicas en la probeta con los 30 mL de agua y anotar el volumen desplazado

Resultados

Con los datos obtenidos determina la densidad de: alcohol, la gasolina, las canicas y el corcho, elabora una tabla con tus resultados.

ANEXO III

Exposición de las ideas previas de los estudiantes antes de aplicar la secuencia didáctica propuesta
Revisión del cambio de ideas previas después de aplicar la secuencia didáctica propuesta.

GRUPO	Antes de la práctica 49 estudiantes Grupo B ₁	Antes de la práctica 37 estudiantes Grupo B ₂	Después de la práctica 49 estudiantes Grupo B ₁	Después de la práctica 37 estudiantes Grupo B ₂	Análisis de resultados
PREGUNTA					
1. ¿Qué es la densidad?	<ul style="list-style-type: none"> -relación entre la masa y el volumen 27 % -propiedad de la materia referida al peso y al volumen 8 % -es la capacidad de un cuerpo para flotar en un líquido 22.5 % -propiedad de un cuerpo de ser más pesado que otro 22 % -propiedad de una sustancia que nos indica que tanto fluye 6 % -masa es una propiedad 2 % -el peso de un objeto, depende de la masa y el volumen 4 % -propiedad de los líquidos para conocer su peso específico y su volumen 6 % -no contestó 2 % 	<ul style="list-style-type: none"> -relación entre la masa y el volumen 32 % -propiedad de la materia 13.5 % -cuerpo o sustancia que pesa menos que otro 24 % -resistencia que opone una mezcla o un líquido a fluir 3 % -cantidad de masa que posee un cuerpo 13.5 % -cuando una sustancia tiene más masa o más volumen que otro 5 % -atracción entre los cuerpos 3 % -que tan voluminoso es un cuerpo 3 % -no contestó 3 % 	<ul style="list-style-type: none"> -relación entre la cantidad de masa y un determinado volumen 59 % -característica que identifica cada uno de los materiales, propiedad de la materia que establece una relación entre la masa y su volumen 27 % -propiedad de que los cuerpos floten o no floten en un líquido 12 % -materia que tiene el volumen o masa de un líquido que depende de la composición del mismo 2 % 	<ul style="list-style-type: none"> -es la relación de la masa y el volumen 70 % -propiedad que determina la facilidad con que un cuerpo flota 18 % -tener idea de la masa de un cuerpo 3 % -es la medición de una sustancia 3 % -que tan solubles son 3 % -relación entre peso y volumen 3 % 	<ul style="list-style-type: none"> -ambos grupos aumentaron en un 32 % y 38 % respectivamente, la relación m/V -ambos grupos aumentó el porcentaje que identifica la densidad como una propiedad característica de cada material, la entienden como la causa de la flotación y como la relación m/V -los grupos antes de la secuencia didáctica hablan de que tan "pesado" es un cuerpo con respecto a otro, después de la secuencia didáctica ya no se refieren a ella. -antes de la secuencia didáctica confunden viscosidad con densidad. -en el grupo 2 es mínimo el porcentaje que confunde masa con densidad -antes no diferenció peso de densidad, después de la experiencia ya no hubo confusión -antes de la secuencia didáctica hay confusión con diversos conceptos en ambos grupos, después de la secuencia sólo en el grupo 2 un mínimo porcentaje persiste confundiendo algunos conceptos

	Antes de la práctica 49 alumnos Grupo 506 Grupo 1	Antes de la práctica 37 alumnos Grupo 516 Grupo 2	Después de la práctica 49 alumnos Grupo 506 Grupo 1	Después de la práctica 37 alumnos Grupo 516 Grupo 2	Análisis de resultados
2. ¿Para que crees que te sirve entender el concepto de densidad?	<p>-medir densidades de diferentes cosas, para entender el porque de las cosas 18 %</p> <p>-averiguar que cosas flotan y cuales no 33 %</p> <p>-saber que sustancia es más pesada que otra 19 %</p> <p>* -obtener conocimiento de la materia 8 %</p> <p>-saber el volumen de un cuerpo 8%</p> <p>-para saber la viscosidad de las cosas 4 %</p> <p>-saber su peso específico 2 %</p> <p>-para saber como aplicar una fórmula, saber la medida de alguna sustancia 4 %</p> <p>-no contestó 4 %</p>	<p>-para saber que materiales son más densos, para saber la densidad de las cosas y por medio de esta su masa y su volumen 21 %</p> <p>-saber porque flotan las cosas 8 %</p> <p>-para saber que cuerpos son más pesados o ligeros 14 %</p> <p>* -para conocer acerca de la materia 5 %</p> <p>-para conocer la masa y el volumen 16 %</p> <p>-conocer los materiales que ponen resistencia a la fluidez 3 %</p> <p>-saber en que cuerpos hay más atracción, saber cuanto pesas en otras partes 6 %</p> <p>- para conocer para que sirve la densidad, ayuda a entender conceptos relacionados 10 %</p> <p>-no se 3 %</p>	<p>-para aplicar y comprender el fenómeno de la densidad a través de experimentar como en la práctica, explicar problemas más allá del salón de clases 51 %</p> <p>-entender porque un objeto flota o se hunde 41 %</p> <p>- saber que tan pesado es 4 %</p> <p>-no contestó =4%</p>	<p>-para saber el por qué de los fenómenos experimentando y tener una idea mejor sobre el concepto de densidad 30 %</p> <p>-identificar sustancias densas 56 %</p> <p>-tener idea de la masa de un cuerpo 8 %</p> <p>-no contestó 3%.</p>	<p>-después de la secuencia didáctica ambos grupos manifiestan un pensamiento hipotético deductivo (formal)</p> <p>-esta hablando de la utilidad de la densidad como característica de cada material, relacionan la densidad como causa de la flotación</p> <p>-antes de la secuencia confunden peso con densidad, después de la secuencia el porcentaje que refiere esto es mínimo</p> <p>-sólo una minoría en el grupo B₂ confunde masa con densidad</p> <p>-no diferenció densidad y materia</p> <p>-no diferenció densidad de masa y volumen</p> <p>-no diferencia densidad de viscosidad</p> <p>-no diferenció peso específico y mezcla de densidad, se enfoca en la parte concreta, confunde peso y fuerza con densidad</p> <p>-es ambiguo, no especifica cuáles son los conceptos que se relacionan</p> <p>*Las siguientes ideas de ambos grupos antes de aplicar la secuencia didáctica dan fe del aprendizaje memorístico</p>