

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
COORDINACIÓN DE ESPECIALIZACIONES
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

**PROPUESTA DE ENSEÑANZA
LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MATERIA**

TESINA

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIZACIÓN EN DOCENCIA
PARA EL BACHILLERATO**

**P R E S E N T A
SILVIA JARA REYES**

ASESORES

**PEDAGÓGICO: DRA. MARÍA ANGELINA ARRIOLA MIRANDA
DISCIPLINARIO: DR. VICENTE AUGUSTO TALANQUER ARTIGAS**

MÉXICO, D. F., OCTUBRE DE 2002

A mi hijo Wilson

A mi familia

A mis maestros

**SERVID ANTE TODO A LA VERDAD
A LO QUE CONSTRUYE,
A LO QUE MEJORA Y DIGNIFICA
AL HOMBRE**

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION

PRIMERA PARTE

I. MARCO TEÓRICO

- A. Situación actual de la enseñanza de la química
- B. Concepciones personales de los alumnos
- C. Exigencias operatorias de contenido
- D. Preguntas de investigación
- E. Objetivos del estudio

SEGUNDA PARTE

II. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

III. MÉTODO

- A. Prueba diagnóstica,

TERCERA PARTE

IV. RESULTADOS

- A. Descripción de la muestra
- B. Análisis de los resultados
 - 1. Estudiaron alguna vez el concepto-lo comprenden bien**
 - a. Concepto de masa
 - b. Ley de conservación de la materia,
 - 2. Problemas**
 - Problema 1. Masa y volumen

Problema 2. Conservación de la materia en disoluciones

Problema 3. Conservación de la materia en combustiones

3. Relación definición correcta-solución correcta a los problemas

CUARTA PARTE

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

A. Discusión y conclusiones

QUINTA PARTE

VI. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN INSTRUCCIONAL

A. Planeación

1. Análisis científico a. Selección de contenidos

b. Delimitación del esquema conceptual

c. Delimitación de los contenidos procedimentales.

2. Análisis didáctico

a. Caracterización de las concepciones personales de los alumno b. Exigencias operatorias de los contenidos

c. Implicaciones para la enseñanza

3. Selección de objetivos

4. Selección de estrategias didácticas

5. Selección de estrategias de evaluación

B. Desarrollo de la clase

BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

Existe entre los profesores y los alumnos la idea generalizada de que la Ley de Conservación de la materia es fácilmente comprensible y que se aplica correctamente. Los estudios realizados muestran que hay una serie de dificultades para su comprensión e interpretación que pertenecen hasta el nivel medio superior, e inclusive en el superior. Este trabajo presenta una propuesta de intervención pedagógica que favorezca no solo el cambio conceptual en conservación de la materia sino también la adquisición de este contenido.

INTRODUCCIÓN

La revisión bibliográfica y la prueba diagnóstica aplicada a los alumnos del Colegio de Bachilleres (plantel 13), muestran que el alumno tiene una serie de imprecisiones así como errores conceptuales relativos a conservación de la materia.

Considerando que este conocimiento es fundamental para la construcción de otros conocimientos de química como el balanceo de ecuaciones, cálculos ponderales, reactivo limitante y de otros principios como el de conservación de carga, de energía y de momentum se desarrolló una propuesta de intervención pedagógica basada principalmente en dos ideas:

- Los niños comienzan a tener noción de este concepto antes de recibir instrucción escolar (Gómez, 1995), por lo que llegan al salón de clases con una serie de ideas sobre este contenido las cuales persisten y difícilmente cambian con la instrucción.
- No es suficiente conocer las ideas de los alumnos, también es preciso identificar -y pocas veces se hace- el estadio del desarrollo cognitivo de los alumnos y la forma en que se puede intervenir, ya que éste es un factor determinante en la capacidad cognitiva del alumno.

El documento consta de cuatro partes: en la primera se plantea la situación actual de la educación de la química, el significado de las ideas personales y exigencias operatorias del contenido, las preguntas a las que intenta dar respuesta este trabajo y los objetivos; en la segunda se definen las variables y se describe el método empleado para conocer las concepciones personales de los alumnos; en la tercera, se describen los resultados, en la cuarta se presentan las conclusiones, y, en la quinta la propuesta de intervención pedagógica.

PRIMERA PARTE

I. MARCO TEORICO

A. SITUACIÓN ACTUAL DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

La situación actual de la enseñanza de la química, presenta una crisis de características alarmantes: altos índices de reprobación y deserción escolar (CB, 1992; Lastra et al., 1990), disminución en las matrículas de las carreras científicas. Esto se agrava aún mas ante las dificultades que el egresado encuentra para encontrar trabajo e insertarse en la comunidad (Abraham, 1997).

Por otro lado, los conocimientos adquiridos por los alumnos no responden ni a sus inquietudes ni a las necesidades urgentes de su comunidad. Además sólo un grupo minoritario se dedica al estudio de la ciencia, su profundización y aplicación.

Esto ha generado una saludable polémica en los ambientes académicos sobre las posibles alternativas que sería preciso desarrollar para afrontar la situación y mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Algunas de estas propuestas son:

- Proyecto 2061. En este se recomiendan que la enseñanza de las ciencias fomente la actividad de los estudiantes, se insiste en mejorar la expresión, se fomenta el trabajo en equipo y no se enfatiza la memorización del vocabulario técnico (1989).
- Movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad. Este movimiento propone la alfabetización científica y tecnológica donde el conocimiento científico no es un fin sino un medio hoy necesario para la vida social y cuyos objetivos pedagógicos son lograr la autonomía de los individuos, la comunicación con los demás y un dominio del entorno (Fourez, 1995). Una cultura científica dirigida hacia el aprovechamiento de la naturaleza y una educación científica que permita la mediación entre las culturas y la democratización (Host, 1995).
- Aprendizaje cooperativo. Considera que la ciencia debe ser un patrimonio cultural, accesible al entendimiento de cualquier ciudadano. El aprendizaje es posible promoviendo la formación de equipos basados en una metodología de esencia solidaria, más comprometida con la sociedad y el medio ambiente (Abraham 1997).
- Proyectos basados en la concepción constructivista del aprendizaje, la cual considera que uno de los factores más importante que influyen en el aprendizaje es lo que “el alumno ya sabe”. Algunos de estos proyectos son:

Aprender a aprender (Novak, 1991). Cuyo propósito es diseñar estrategias que le ayuden al alumno a comprender la naturaleza del conocimiento y de su construcción entre estas estrategias se encuentran los mapas conceptuales y la V de Gowin.

Escribir para aprender (Muñoz-Chápuli, 1995). Está basada en la Idea de que aprender a aprender es manipular la información y no sólo memorizarla. Y es la escritura, que permite manipularla. Así, el lenguaje juega un papel importante en la producción, posesión y presentación del conocimiento.

El lenguaje escrito tiene dos ventajas como instrumento de aprendizaje: al ser más lento y susceptible de corrección puede exigírsele un mayor nivel de precisión y sentido de detalle; además es muy difícil que todos hablen en clase, pero si se puede pedir a todos que escriban. Promueve la participación y desarrollo de actitudes.

Metodologías de enseñanza a partir del análisis y la transformación permanente de la práctica pedagógica (León y Venegas, 1994) cuyos principios generales son:

- El niño posee sus propias representaciones sobre el mundo físico.
- El niño tiene sus propias formas de conocer la realidad.
- Para que aprenda es necesario que realice un proceso de construcción del conocimiento, que parte de sus conocimientos previos y pone en juego su propia forma de razonar.
- Es necesario crear las condiciones para que los alumnos expresen sus ideas.
- Organizar la clase con base en las ideas e intereses de los alumnos. Promover que diseñen sus actividades experimentales que le permitan confrontar sus explicaciones con la experiencia.
- Procurar que el inicio del tema sea a través de preguntas abiertas.
- Evitar partir del uso de definiciones y del uso de términos científicos.
- Poner énfasis en la elaboración de preguntas y no en la memorización de conocimientos acabados y presentados como verdades absolutas.
- Promover actividades de búsqueda de investigación.

.”Enseñanza estratégica” propuesta de Sandra Castañeda basada en la Psicología cognitiva. Entre sus objetivos se encuentra el desarrollar en los profesores una serie de habilidades instruccionales con un fuerte sustento cognitivo, capaces de modelar en los

alumnos las habilidades y conocimientos requeridos para formar estudiantes independientes y exitosos. Consta de dos componentes: el teórico y el operativo. El primero, está basado en la concepción constructivista del aprendizaje, el aprendizaje como cambio conceptual, el conocimiento y aprendizaje de autorregulación. El segundo está constituido por pasos instruccionales que han mostrado promover la práctica docente. Toma en cuenta los tipos de conocimiento y el nivel de complejidad cognitiva.

En nuestro país son pocos los estudios que se han hecho en investigación educativa, en particular en el área de ciencias de los diferentes niveles de educación. Es así como en el Segundo Congreso Nacional de Investigación Educativa de 1993, se presentaron un total de siete trabajos sobre concepciones de los alumnos (4 de primaria, 2 de nivel medio superior y 1 de nivel superior). Con respecto a habilidades del alumno se presentaron solamente dos de educación primaria. En cuando a la disciplina, en química sólo se presentaron, 3 trabajos: uno de representaciones y 2 de actitudes de los alumnos.

B. CONCEPCIONES PERSONALES DE LOS ALUMNOS

Como se mencionó anteriormente, la enseñanza de la química -a pesar de los innumerables esfuerzos renovadores- es insatisfactoria: los conocimientos se olvidan pronto, no siempre son transmisibles y no tienen un papel integrador ni son reutilizables. Las causas son múltiples, una fundamental es que el profesor no toma en cuenta al público al que se dirige, es decir, olvida que es el alumno quien construye su propio conocimiento.

Al respecto Ausubel escribió: “De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente” (Novak, 1991).

Este principio constituye el sustrato preexistente y primordial a partir del cual el profesor debe preparar sus estrategias y elaborar los mensajes que debe transmitir.

El alumno construye a lo largo de su historia social, en el contacto con la enseñanza, a través de los medios de comunicación y su vida cotidiana, una estructura conceptual en la que se insertan y organizan los conocimientos de los que se apropia y las operaciones mentales que domina. Esta es una estructura de recepción que permite asimilar o no las nuevas informaciones y un instrumento a partir del cual cada uno va a determinar sus conductas y negociar sus acciones (Giordan, 1988).

Estas estructuras de recepción son las concepciones personales. Este término tiene diferentes connotaciones: representaciones, concepciones previas, constructo, requisitos previos, ideas de los alumnos, paradigmas personales, etc., por lo que no es fácil dar una definición. Dentro de este trabajo se definirá concepciones personales de los alumnos como el conjunto de ideas coordinadas e imágenes coherentes, explicativas, utilizadas por las personas que aprenden para razonar frente a situaciones -problema que traducen una estructura mental subyacente de estas manifestaciones conceptuales (Giordan, 1988). De ahí, entonces, destacan las siguientes características de las concepciones personales:

1. Son personales

Cada quien interpreta lo visto, leído o escuchado a su manera. Esto no quiere decir que estas ideas no puedan ser compartidas por otras personas. La revisión bibliográfica de las concepciones personales de los alumnos acerca de conservación de la materia, muestra que los alumnos de diferentes países (España, Israel, Argentina, etc.) tienen las mismas ideas y representaciones, si no idénticas sobre este concepto, muy parecidas o similares.

2. Son estables.

Son permanentes dada la temprana asimilación de ellas. Es muy frecuente que éstas persistan a pesar de que no concuerden con los resultados experimentales ni con la explicación del profesor (Driver et al, 1989), de ahí las dificultades didácticas para reafirmarlas o bien sustituirlas por las concepciones alternativas.

3. Son coherentes

Aunque a veces éstas parezcan incoherentes desde el punto de vista del profesor y de la ciencia, para el estudiante son coherentes y las emplea para describir su entorno.

4. Se corresponden a una estructura subyacente.

Forman parte de la estructura del conocimiento y de las habilidades del estudiante. La concepción del estudiante es una actividad elaborada que depende de un sistema subyacente que constituye un marco de significación para él.

5. Es un modelo explicativo.

Los alumnos poseen un cierto número de modelos con los que intentan interpretar su medio. Es la riqueza de estos modelos lo que lo habilita para adquirir las nuevas experiencias y establecer nuevos modelos.

6. Tienen una génesis en el tiempo individual y social.

Las concepciones personales conforman la historia previa del estudiante y la sociedad en la que se desenvuelve. El individuo estructura su saber a medida que integra sus conocimientos. Este saber es elaborado durante un largo período de tiempo: a partir de la acción cultural, parental, de la práctica social con la escuela, de la influencia de los medios de comunicación y posteriormente de la actividad profesional y social del adulto.

Así más que un producto, las concepciones son un proceso de construcción mental de lo real. Este proceso está en función de los problemas, del marco de referencia y de las operaciones mentales, lo que permite construir una trama de lectura aplicable al medio ambiente. Los problemas corresponden a las interrogantes del que aprende, éstas se consideran como el punto de arranque de la concepción. Por ejemplo: ¿qué le sucede a la masa durante un cambio?, ¿a qué se alude cuando se habla de la conservación de la

materia? El marco de referencia lo constituyen las nociones necesarias, activadas por el alumno para formular su concepción.

Por ejemplo, un marco de referencia para la conservación de la materia puede ser:

CONSERVACION DE LA MATERIA

- **MASA**
- **CAMBIO**
 - ❖ Químico
 - ❖ Físico
 - ❖ Físico-Químico

- **REACCION QUIMICA**
 - ❖ Oxidación
 - ❖ Combustión

- **CAMBIO DE ESTADO**
 - ❖ Sólido
 - ❖ Líquido
 - ❖ Gas

- **DISOLUCION**
 - ❖ Soluteo
 - ❖ Disolvente

Las operaciones mentales son el conjunto de habilidades intelectuales que la persona domina y que le permiten establecer relaciones entre los elementos del marco de referencia para producir la concepción. Por ejemplo: las operaciones que realiza para darse cuenta de que tras los cambios aparentes, hay cosas que permanecen. La organización de los elementos del marco de referencia y las operaciones mentales, permiten la elaboración de la

red semántica. Ésta, junto con los significantes -conjunto de signos, marcas, símbolos y demás formas de lenguaje- conducen a la producción y explicitación de la concepción. Por ejemplo: en una disolución, las sustancias que interactúan generalmente mantienen su identidad, por tanto se conservan las sustancias tanto en su estructura como en su cantidad.

C. EXIGENCIAS OPERATORIAS DEL CONTENIDO

Además de las características de las concepciones personales de los alumnos, es importante considerar las exigencias operatorias de los contenidos implicados, también llamadas exigencias cognitivas. Éstas se refieren a los esquemas de conocimiento necesarios para la comprensión de la ciencia (conservación, control de variables, etc.), así como, la interacción del estudiante con el mundo físico que le rodea (actitud investigadora, uso de modelos, etc.).

La información procedente de las exigencias operatorias, permite valorar la conveniencia de abordarlos con un nivel de diferenciación conceptual determinado o la manera de abordarlos de manera que sea posible su comprensión. Esta valoración se hace con la finalidad de favorecer el aprendizaje y contribuir al desarrollo de las habilidades intelectuales deseables del estudiante de ciencias.

Puesto que los estudiantes de los primeros semestres de bachillerato se encuentran entre el nivel concreto avanzado y formal inicial, (Shayer y Adey) es necesario describir las características de este estadio de desarrollo operatorio.

Las características comunes a todos son la dependencia del contexto de los conocimientos, la dependencia del contenido el predominio del observable sobre lo no observable, la supeditación al lenguaje cotidiano. Los estudios de concepciones de los alumnos muestran que sus interpretaciones están basadas en los hechos que son capaces de percibir es decir, hay un predominio de la observable sobre lo no observable.

La dependencia de los sentidos, es suficientemente fuerte para dificultar la comprensión de que tras los cambios aparentes hay cosas que permanecen.

El pensamiento tiende a centrarse más en lo que cambia, que en lo que no cambia, porque en general el alumno carece de otro código de representaciones alternativo que no sea el de los indicios perceptivos, lo que genera que aunque el alumno llegase a vislumbrar en alguna situación algún factor que se conserve, tiende a regresar a sus ideas intuitivas (Gómez et al. 1992). Otra característica que muestran los estudios es que las dificultades de los alumnos para la comprensión y adquisición del lenguaje científico no sólo es cuestión de semántica, sino también, un problema de percepción y de estructuración de la realidad, debido a la influencia del lenguaje que utiliza para pensar (Lahore, 1993), es decir, el que maneja habitualmente.

Hay también dificultades para transferir los conceptos adquiridos a su contexto más familiar y cotidiano. Esto se debe a que los fenómenos no se relacionan con la vida diaria de los estudiantes, Sus conocimientos quedan archivados dentro de la “zona escuela”, separados de los que corresponden a su experiencia cotidiana y como consecuencia no son fácilmente rescatables (Landau, 1996). Y es difícil que los apliquen espontáneamente. D.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Las preguntas que se intentan resolver en este estudio son:

- ¿Cuáles son las concepciones de los alumnos sobre la conservación de la materia?
- ¿Cuáles son las exigencias operatorias del contenido?
- ¿Cómo enseñar la conservación de la materia y que ésta sea significativa para los alumnos?
- ¿Cuáles serían las estrategias pertinentes para que el alumno pueda comprender e interpretar la conservación de la materia?

E. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Por tanto en este trabajo se pretende:

- Identificar las concepciones de los alumnos sobre la conservación de la materia, así como las exigencias operatorias del contenido.
- Identificar las dificultades que los alumnos tienen en la aplicación de este concepto en la solución de problemas.
- Diseñar una propuesta instruccional que promueva el cambio conceptual y adquisición de este concepto que es fundamental para comprensión de la química.

SEGUNDA PARTE

II. DEFINICIÓN CONCEPTUAL Y OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Las variables que deben ser tomadas en cuenta para el diseño de un tema son las concepciones personales de los alumnos y las exigencias operatorias del contenido, entre otras. Para ello se puede recurrir a las definiciones dadas por los siguientes autores.

Concepciones personales, son el conjunto de ideas coordinadas e imágenes coherentes, explicativas, utilizadas por las personas que aprenden para razonar frente a situaciones problema, que se traducen en una estructura mental subyacente, responsable de estas manifestaciones contextuales (Giordan, 1988).

Exigencias operatorias de contenido, son los esquemas de conocimiento necesarios para la comprensión de la ciencia (ejemplo conservación) y la forma en que interactúan el individuo con el mundo físico que lo rodea (ejemplo uso de modelos) (Sánchez et al 1993).

III. MÉTODO

El método consistió en:

Revisión bibliográfica sobre las concepciones de los alumnos y exigencias operatorias de la conservación de la materia de 1989 a 1997.

- Aplicación de una prueba diagnóstica a alumnos de química I, II y III, del Plantel 13 del Colegio de Bachilleres, para conocer las concepciones personales de los alumnos sobre la conservación de la materia

El instrumento se aplicó el primer día de clases, sin ninguna instrucción previa de química por parte del profesor.

La prueba (Oñorbe, 1992) consta de dos partes. En la primera, se pregunta al alumno si cree haber estudiado y comprendido algunos conceptos de química. Entre ellos se encuentra masa y la conservación de la materia cuyas definiciones se piden posteriormente.

La segunda, plantea tres problemas: uno relacionado con masa y volumen, otro sobre la conservación de la materia en disoluciones y el tercero en combustiones.

PRUEBA DIAGNÓSTICA

Nombre del alumno _____ Grupo _____

Semestre de ingreso a Bachilleres _____ ¿Has cursado ya la asignatura? _____

Edad _____

I Señala con una cruz en las columnas los conceptos que alguna vez estudiaste y los que crees comprender bien.

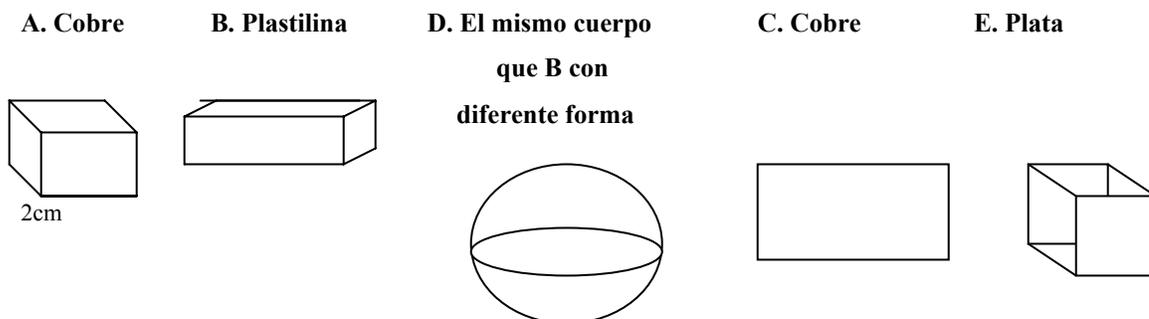
Concepto	Lo estudie alguna vez	Lo comprendo bien
Masa de un cuerpo	_____	_____
Volumen de un cuerpo	_____	_____
Densidad	_____	_____
Evaporación	_____	_____
Disolución	_____	_____
Reacción Química	_____	_____
Ecuación Química	_____	_____
Ley de conservación de la materia	_____	_____
Combustión	_____	_____
Oxidación	_____	_____
Elemento	_____	_____

Explica o define masa. _____

Explica o define Ley de conservación de la materia.

II. Resuelve los siguientes problemas

1. Observa las siguientes figuras y responde a las preguntas



La figura A, tiene igual volumen que _____

La figura B, tiene igual masa que _____

La figura A, tiene igual masa que _____

La figura B, tiene mayor volumen que _____

2. En un cazo, como el de la figura, se añaden 200 g de azúcar a 1000 g de agua y se agita hasta que todo el azúcar se disuelve.

Azúcar

Agua

El contenido del cazo, tendrá ahora una masa de...

- A) menos de 1 000 g
- B) más de 1 000 g pero menos de 1 200 g
- C) 1 000 g.
- D) más de 1 200 g
- E) 1 200 g

Explica tu respuesta.

3. En una botella como la de la figura, situada sobre una balanza, se introduce un papel encendido que pesa 20 g y se cierra inmediatamente. Una vez cerrada, la aguja de la balanza marca 520 g.

Cuando el papel se quemó totalmente la balanza marcará...

- A) menos de 500 g
- B) 500 g
- C) entre 500 y 520 g
- O) 520 g .
- E) más de 520 g

Explica tu respuesta.

TERCERA PARTE

IV. RESULTADOS

A. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

El instrumento se aplicó a 330 alumnos distribuidos entre 110 alumnos del primer semestre, 110 alumnos de segundo y 110 alumnos de tercero, del plantel 13 del Colegio de Bachilleres.

Tabla 1
Alumnos Evaluados
(%)

Asignatura	Número de alumnos								
	14 años	15 años	16 años	17 años	18 años	19 años	20 años	21 años	22 años
Química I	10.90	52.72	0	0	0	0	0	0	0
Química II	0	17.27	63.63	12.72	6.36	0	0	0	0
Química III	9.90	8.18	32.72	33.63	12.72	6.36	1.8	2.72	0.90

Alumnos Evaluados

Química I

- 14 años 11%
- 15 años 53%
- 16 años 36%

Alumnos Evaluados

Química II

- 15 años 17%
- 16 años 64%
- 17 años 13 %
- 18 años 6 %

Alumnos Evaluados

Química III

- 14 años 1 %
- 15 años 8 %
- 16 años 33 %

- 17 años 34 %
- 18 años 13 %
- 19 años 6 %
- 20 años 2 %
- 21 años 3 %

Si se toma en cuenta que los alumnos deben entrar a la escuela primaria a los seis años cumplidos si observa un 36 % de alumnos rezagados en primer semestre, un 19 % en segundo y un 58 % en tercero. El porcentaje tan alto que se observa en tercero es debido a que en los primeros semestres hay altos índices de reprobación y de ausentismo, por lo que los jóvenes deben recursar el semestre.

B. ANALISIS DE LOS RESULTADOS DEL INSTRUMENTO

I. ESTUDIARON ALGUNA VEZ EL CONCEPTO-LO COMPRENDEN BIEN

El objetivo de esta primera parte es analizar si los alumnos que creen comprender tanto el concepto de masa como la ley de conservación de la materia son capaces de definirlos en forma adecuada.

CONCEPTO DE MASA

A continuación se muestran los resultados obtenidos con relación a los alumnos que dicen haber estudiado el concepto de masa y que creen tenerlo claro.

Tabla 2
Estudio el concepto de masa-Cree comprenderla
(%)

ASIGNATURA	ESTUDIO DE LA MASA	CREE COMPRENDERLA
QUIMICA I	97.27	40.00
QUIMICA II	85.45	44.54
QUIMICA III	98.-18	55.45

Estudió el concepto de masa

Cree comprenderlo

Química I 100 %

38 %

Química II 80 %

49 %

Química III 98 %

58 %

Se observa que un alto porcentaje de alumnos dicen haber estudiado alguna vez el concepto de masa. Sin embargo, es muy bajo el porcentaje que creen comprenderlo. Por otro lado, aunque los porcentajes aumentan con el nivel de estudios no hay diferencias muy grandes: 15.45 % entre Química I y Química III.

Esto parece implicar que en la enseñanza de este concepto no se ha dado suficiente reforzamiento al concepto en los dos últimos semestres, y si se hubiera hecho, ha habido fallas en las estrategias utilizadas.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los porcentajes de los diferentes tipos de respuesta que dieron los alumnos al definir la masa.

Tabla 3
Definición de masa
(%)

Asignatura	1	2	3	4	5	6
Química I	12.72	32.72	10.90	7.27	36.36	9.09
Química II	21.81	26.36	16.36	2.72	25.45	7.27
Química III	26.36	22.72	8.18	6.36	36.36	0

1 = Aceptable

2 = Asociado a la definición de materia dada en los textos escolares

3 = Asociado a peso

4 = Asociado a volumen

5 = Otros

6 = No contestó

En la definición de la masa los tipos de respuesta que se encontraron fueron:

✓ **Aceptable**

“La cantidad de materia que contiene un cuerpo”

“La cantidad de sustancia que contiene un cuerpo”

“La cantidad de partículas en un cuerpo”

“La cantidad de materia que contiene un cuerpo y no cambia”

“Masa es la cantidad de materia contenida en un volumen”

✓ **Asociado a la definición de materia dada en los textos escolares**

“Es todo aquello que ocupa un lugar en el espacio”

“Es todo lo que ocupa un lugar determinado”

“Es todo aquello que nos rodea y ocupa un lugar en el espacio”

✓ **Asociado a peso**

“Masa es el peso que tiene un cuerpo”

✓ **Asociado a volumen**

“Masa es el volumen de un cuerpo”

✓ **Otros**

“La densidad de un cuerpo”

“La sustancia de la que esta constituida un determinado cuerpo”

“El peso del elemento expresado en gramos”

“Cuerpo que tiene volumen, peso pero no tiene forma ni tamaño bien definido”

“Es el peso molecular de una sustancia”

Nota: En el Anexo A se muestra en un cuadro comparativo las respuestas de los alumnos de Química I, Química II y Química III.

A pesar de que un alto porcentaje de alumnos dijeron haber estudiado alguna vez el concepto de masa sólo un 12.72% en Química I, 21.81% en Química II y 26.36% en Química III fueron capaces de dar una definición aceptable. Hay una tendencia a asociar masa a otras propiedades como el volumen, la materia, la densidad y el peso, entre otros. Esto confirma que las ideas de los alumnos persisten y difícilmente cambian con la instrucción, ya que aunque el instrumento se aplicó el primer día de clases, el concepto de masa es uno de los contenidos básicos en la enseñanza secundaria.

LEY DE CONSERVACIÓN DE LA MATERIA

Con respecto a la Ley de Conservación de la Materia, en la tabla 4, se presentan los porcentajes de alumnos que creen haberla estudiado y comprendido. Y, en la tabla 5, los porcentajes de los tipos de respuesta que dieron los estudiantes al definir la ley.

Tabla 4
Estudio la Ley de conservación de la materia-Cree comprenderla
(%)

Asignatura	Estudio la Ley	Cree comprenderla
Química I	72.72	26.36
Química II	72.72	25.45
Química III	75.45	61.81

Estudio la ley de conservación de la materia

Cree comprenderla

Química I 80%

20%

Química II 80%

20%

Química III 80%

60%

Los resultados son muy semejantes a los de la masa: aproximadamente 213 partes dicen haber estudiado la ley de conservación de la materia y sólo % parte cree comprenderla en Química I y Química II. En Química III, los porcentajes son más altos (61.81), tal vez, porque estos estudiantes recientemente han estudiado este tema en Química II. Al pedirles definir la ley de conservación de la materia los tipos de respuesta encontrados fueron:

Acceptable

“La materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”.

“La señaló Antoine Lavoisier y dice: la materia no se crea ni se destruye sólo se transforma”

“La materia cambia pero no desaparece”

“La materia no se crea ni se destruye sólo se transforma, si un cuerpo se hace pedazos siempre tendrá la misma masa”

✓ Limitada a cambio físico

“La materia no se destruye solamente se transforma, es decir pasa de un estado a otro”

“Un cuerpo solo cambia de estado físico no de masa”

“No importa que le suceda al objeto de tal modo que no cambia su materia como la liga se estira pero no cambia “

“Nada se destruye y mucho menos se crea sólo cambia su forma”

✓ Incorrecta

“Es todo lo que ocupa in lugar en el espacio”

“Cuando la materia se somete a cambios no pierde ni obtiene propiedades físicas y químicas”

“Es cuando la materia se conserva en varios estados como son sólido, líquido y gaseoso”

“Es cuando la materia cambia a otro estado”

“Transforma algo no 'o descompone”

“La materia no sólo se destruye se transforma”

Las respuestas de esta sección muestran que el alumno tiene una idea sobre la conservación de la materia, pero les es difícil expresar sus ideas a veces por el mal uso del

lenguaje. **Nota:** En el Anexo A se muestra en un cuadro comparativo las respuestas de los alumnos de Química I, Química II y Química III.

La tabla siguiente muestra los porcentajes de estos tipos de respuesta.

Tabla 5

Definición de ley de conservación de la materia

%

Asignatura	1	2	3	4
Química I	32.72	3.63	16.36	47.27
Química II	37.27	0	17.27	45.45
Química III	82.72	8.18	5.45	3.63

1 = Aceptable

2 = Limitada a cambio físico

3 = Incorrecta

4 = No responde

Los porcentajes de la definición aceptable en conservación de la materia son más altos que los de la masa. Sin embargo, un porcentaje muy bajo es capaz de relacionar estos conocimientos a la solución de problemas. Igual que la masa, la ley de conservación de la materia es otro de los contenidos básicos de la Enseñanza Secundaria y estos resultados muestran que no fue realmente comprendida por un porcentaje alto de alumnos.

II. PROBLEMAS

La segunda parte consta de tres problemas que tienen por objetivo analizar si los estudiantes son capaces de relacionar los conceptos de masa y conservación de la materia con la aplicación de estos conocimientos a la resolución de problemas.

PROBLEMA 1. MASA Y VOLUMEN

Las siguientes tablas muestran los resultados del primer problema que consistió en la comprensión de masa y volumen entre distintos objetos y cambios en sus formas geométricas. La contestación al conjunto de las pruebas es nula.

RESPUESTAS

- ✓ La figura A tiene igual volumen que las figuras B, D y E

Tabla 6A

Volumen

(%)

Asignatura	correcta y completa	correcta e incompleta	Incorrecta	No responde
Química I	0.90	84.54	13.63	0.90
Química II	0.90	82.72	16.36	0
Química II	0	89.09	8.18	2.72

COMPARACIÓN DE VOLÚMENES

QUIMICA I 80%

QUIMICA II 60%

QUIMICA III 20%

El 89.9% de alumnos de Química I, el 74.54% de Química II y el 84.54% de Química III seleccionaron la figura E, que tiene la misma forma y dimensiones. Lo que se observa es que al cambiar la forma y dimensiones los alumnos ya no pueden hacer comparaciones, debido a que para ellos al modificar la forma cambia el volumen y en otros casos porque desconocen las fórmulas para calcular los volúmenes.

- La figura **B** tiene igual masa que la figura D

Tabla 6B

**Relación Masa-Volumen
(%)**

Asignatura	Correcta	Incorrecta	no responde
Química I	67.27	30.00	2.72
Química II	76.36	23.63	0
Química III	73.63	18.18	8.18

RELACION MASA-VOLUMEN

QUIMICA I 75%

QUIMICA II 73%

QUIMICA III 72%

La figura A tiene igual masa que ninguna figura

Tabla 6C

**Relación Masa-Volumen
(%)**

Asignatura	Correcta	Incorrecta	No responde
Química I	0.90	97.27	1.81
Química II	1.81	98.18	0
Química III	0	91.81	8.18

Relación Masa-Volumen

Química I Tienen un tipo de respuesta que va de 80% hasta 20%

Química II

Química III

La contestación correcta a esta pregunta es nula. El 49.09% de alumnos Química I, el 43.63% de Química II y el 41.81% de Química III seleccionaron la figura E que tiene la misma forma y dimensiones pero está hecha de diferente material (plata). Para ellos la misma forma y dimensiones son igual a la misma masa independientemente del material del que estén constituidos los objetos.

El 43.63% de alumnos Química III seleccionaron la figura C que tienen una superficie de 8 cm² y está hecha del mismo material (de cobre). Esto se debe a que confunden volumen y superficie, cuando el número correspondiente a estas magnitudes es el mismo, sin considerar las unidades manejadas. Por otro lado, la tendencia acentuada por la enseñanza recibida a utilizar datos numéricos y cálculos como fuente de verdad independientemente del concepto implicado.

- La figura **B** tiene mayor volumen que la figura C

Tabla 6D

Volumen

(%)

Asignatura	Correcta	Incorrecta	No responde
Química I	30.00	68.18	1.81
Química II	46.36	53.63	3.63
Química III	55.45	37.27	7.27

Comparación de Volúmenes

Química I 70%

Química II 49%

Química III 59%

PROBLEMA 2.

CONSERVACIÓN DE LA MATERIA EN DISOLUCIONES

Respuesta

El contenido del cazo tendrá ahora una masa de E) 1 200 .Q

Tabla 7

Conservación de la materia en disoluciones

(%)

Asignatura	Correcto	Incorrecto	No responde
Química I	55.45	41.81	2.72
Química II	40.90	58.18	0.90
Química III	37.27	37.27	8

Ley de conservación de la materia en disoluciones

Química I 60% 40% 0

Química II 40% 60% 0

Química III 60% 48% 2

PROBLEMA 3. CONSERVACIÓN DE LA MATERIA EN COMBUSTIONES

Respuesta

Cuando el papel se quemé totalmente la balanza marcará D) 520 g

Tabla 8
Conservación de la materia en combustiones

Asignatura	Correcto	Incorrecto	No responde
Química I	40.00	60.00	0
Química II	28.18	70.90	0-90
Química III	40.00	52.27	2.72

Ley de conservación de la materia en combustibles

Química I	40%	60%	0
Química II	20%	70%	2%
Química III			

Se observa que los porcentajes de respuesta correcta en combustiones es más bajo que en las disoluciones. Esto se debe a que en las combustiones se producen gases y para los estudiantes estos no tienen masa, además la combustión implica una reacción química y para muchos alumnos este concepto no está claro.

También se nota que no son los mismos sujetos los que responden correctamente a las diferentes cuestiones.

RELACION DEFINICIÓN CORRECTA-SOLUCIÓN CORRECTA A LOS PROBLEMAS

Por último para saber si hay relación entre la definición correcta de la Ley y su aplicación posterior a problemas, en la tabla 9, se presentan los resultados de los alumnos que seccionaron la respuesta correcta y dieron una explicación aceptable en los problemas de disolución y de combustión. Los porcentajes corresponden a los alumnos que definieron correctamente la ley.

Tabla 9
Relación solución-explicación en problemas de disolución y combustión (en alumnos que definieron correctamente la ley)
 (%)

ASIGNATURA	DISOLUCION		COMBUSTION	
	Resultado Correcto	Explicación correcta	Resultado correcto	Explicación correcta
Química I	22.72	14.54	18.18	7.27
Química II	20.00	14.54	15.45	10.00
Química III	38.18	24.54	37.27	19.09

Relación resultado correcto-Explicación correcta en disoluciones y combustiones

Química I	35%	22%	35%	19%
Química II	20%	17%	16%	6%
Química III	40%	22%	38%	19%

Estos datos muestran que definir correctamente la Ley no implica necesariamente su aplicación en diferentes tipos de procesos. El análisis global muestra que los porcentajes de respuestas adecuadas son muy bajos y que un mismo alumno puede contestar correctamente un problema y equivocarse en otro.

Tabla 10
Relación definición de la ley-aplicación en solución de problemas
(%)

Asignatura	Disolución		Combustión	
Química I	14.54	20.00	7.27	10.90
Química II	15.54	10.90	10.00	4.54
Química III	24.54	3.63	19-.09	1.81

A = Define la Ley y la razona correctamente en disolución

B = No la define y la razona correctamente en disolución

C = Define la Ley y la razona correctamente en combustión

D = No la define y la razona correctamente en combustión

Relación definición de la ley-Aplicación en
solución de problemas

Serie 1 14% 19% 4% 5%

Serie 2 14% 10% 9% 10%

Serie 3 22% 19% 19% 2%

Serie 4 0 % 0% 0% 0 %

No existe correlación entre definición correcta de la ley y su utilización posterior. Hay alumnos que sin definirla dieron una explicación adecuada. Es muy bajo el número de alumnos capaces de responder correctamente a todas las cuestiones planteadas sobre las diversas transformaciones de la materia, puesto que conservan la masa en una determinada pregunta y no lo hacen en la otra.

Tabla 11
Relación solución-explicación tanto al problema de disolución como al de combustión (en alumnos que definieron correctamente la ley)
(%)

Asignatura	Resultado Correcto	Razonamiento Correcto
Química I	14.54	1.81
Química II	9.09	5.45
Química III	21.81	11.81

Resultado correcto-Explicación correcta a los problemas

	QUIMICA I	QUIMICA II	QUIMICA III
Resultado correcto	15%	8%	20%
Explicación correcta	2%	5%	10%

Los porcentajes de los alumnos que definieron correctamente la ley, seleccionaron la respuesta correcta y dieron una explicación adecuada es muy bajo: 1.81% de Química I, 5.45% de Química II y 11.81% de Química III.

Estos resultados confirman lo dicho por Eduardo y Mercer: “Conocer una definición, poder exponerla correctamente, no supone entender un concepto” Puede ser una definición memorística, repetitiva o comprendida a un menor nivel de abstracción que el necesario para una determinada aplicación. También es posible que el fallo no se encuentre en la comprensión de conceptos aislados sino en la conexión entre ellos.

CUARTAPARTE
V. DICUSIÓN Y CONCLUSIONES
A. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del análisis de estos resultados se puede concluir que:

La respuesta correcta crece con la edad y el nivel de estudios. Aunque en la mayoría de los casos las diferencias no son muy significativas.

Se pone de manifiesto que la palabra masa tiene para ellos diversas connotaciones que incluyen la asociación con ideas de volumen, densidad, peso, solidez, presión que actúa sobre una superficie.

Los alumnos del Plantel 13 del Colegio de Bachilleres, tienen representaciones muy parecidas a los estudiantes de otros países y de otros niveles de instrucción.

Ideas de los alumnos sobre la Masa

País	Definición
España	“Algo que se ve”, “se toca” “ocupa un sitio” (Alumnos de 13 a 19 años, Oñorbe, 1992). Los gases como sustancias sin peso (Alumnos de 12 a 18 años. Furió et al, 1987)
México	”Es la cantidad de materia de un cuerpo” “es todo lo que ocupa un lugar determinado” “es todo aquello que nos rodea” “(Alumnos de 14 a 18 años. Jara, 2001)

- En las explicaciones al problema de disolución algunas interpretaciones expresadas por ellos fueron:

1. “El azúcar desaparece al disolverse” por tanto la masa de la disolución es la misma que la masa original del agua. Debido a esto no toman en

cuenta la masa del soluto al calcular la masa de la disolución. El estudiante considera que la sustancia azúcar se define por sus propiedades macroscópicas, su estructura cristalina, sólido, cuando cambia su forma ya no es azúcar.

2. “El azúcar está todavía presente en la solución pero es más ligera”, por eso la masa de, la disolución disminuye. Se refieren a la masa en términos del peso de un sólido en la superficie, dado que el azúcar se dispersa en el agua, su “peso” no puede actuar del mismo modo que en el estado sólido.
3. “El azúcar produce un aumento en el nivel del agua”, por eso la masa de la disolución aumenta. Confusión con masa y volumen.
4. “El azúcar sigue ahí aunque no se vea”, por tanto la masa de la disolución es la misma.

En el problema de combustión

1. “Los gases no pesan”, “el humo es más ligero”, “las cenizas no pesan” por tanto la masa disminuye.
 2. “Se produce humo y este pesa” por eso la masa aumenta.
 3. “Los gases que se producen no se escapan” por tanto la masa sigue igual.
- En las explicaciones que dan los alumnos se encuentran también semejanzas con alumnos de otros países

Ideas de los alumnos sobre conservación de la masa en disoluciones y combustiones

La Masa Sigue Igual

Disoluciones	Combustiones
<p>Alumnos ingleses, 15 años (Driver, 1989) “200 + 1 000 = 1 200” “se juntaron las dos sustancias y no hay transformación química, únicamente física, la masa del azúcar será la misma y la del agua también. Parece que el azúcar desaparece pero está allí y, por tanto, también su masa”</p> <p>Alumnos de España de bachillerato y nivel universitario (Gómez Crespo, et al, 1992) “el azúcar sólo ha cambiado de aspecto”</p> <p>Alumnos de México de 14 a 18 años (Jara,2001) “el azúcar son 200 g y el agua 1 000 g, sumados nos dan 1 200 g” “se aplica la ley de conservación donde el azúcar sólo se transforma” Cuando se disuelve el azúcar ésta no desaparece, ocupa los espacios entre las moléculas del agua”</p>	<p>Alumnos ingleses, 15 años (Driver, 1989) “no ha salido nada de la nave aunque el cigarrillo se haya quemado”</p> <p>Alumnos de España de bachillerato y nivel universitario (Gómez Crespo, et al, 1992) “el papel sólo ha cambiado de aspecto”</p> <p>Alumnos de México de 14 a 18 años (Jara,2001) “la materia sólo se transforma y aunque el papel ya esté quemado los gases que soltó siguen en la botella” “la forma del papel cambio pero no su masa. Al quemarse el papel se liberó el gas el cual queda dentro del recipiente y la masa es exactamente la misma” “el papel se quemó pero las sustancias nunca salieron”</p>

La Masa Disminuye

Disoluciones	Combustiones
<p>Alumnos ingleses,15 años (Driver, 1989)</p> <p>“cuando el azúcar se disuelve en el agua, el azúcar no tiene masa por lo que sólo quedan los 1 000 g de agua”</p> <p>“el azúcar no le hace nada al agua... sólo se disuelve” (Driver1989)</p> <p>“el azúcar se descompondrá y formará un liquido con el agua por lo que pesará menos”</p> <p>Alumnos de Israel de 9 a 15 años (Stavy, et al. 1990)</p> <p>“el azúcar se hace más y más pequeña hasta que desaparece”</p> <p>Alumnos de España de bachillerato y nivel universitario (Gómez Crespo, et al, 1992)</p> <p>“el azúcar desaparece”</p> <p>“el azúcar al diluirse ha pasado al estado liquido y se hace más ligero”.</p> <p>“el azúcar ocupa el espacio libre entre las moléculas del agua”</p> <p>Alumnos de México de 14 a 18 años (Jara,2001)</p> <p>“el azúcar se disolvió y perdió su peso, por eso sólo queda el peso del agua”</p> <p>“el azúcar se disuelve en el agua y desaparece”.</p> <p>“el azúcar al disolverse en el agua no pesa”</p>	<p>Alumnos ingleses,15 años (Driver, 1989)</p> <p>”el oxigeno se consume”</p> <p>“el humo es más ligero que el sólido”</p> <p>Alumnos de España de bachillerato y nivel disuelve” (Driver1989)universitario (Gómez Crespo, et al, 1992)</p> <p>“las cenizas son polvo y el polvo es más ligero que el papel”</p> <p>Alumnos de España de bachillerato y nivel universitario (Barroso, F. Et al, 1993)</p> <p>“se pierde masa al pasar de sólido a gas”</p> <p>Alumnos de México de 14 a 18 años (Jara, 2001)</p> <p>“va disminuyendo el oxigeno y pesa menos”</p> <p>“se quema el papel y se convierte en ceniza y la y se hace más ligero”</p>

La Masa Aumenta

Disoluciones	Combustiones
<p>Alumnos ingleses, 15 años (Driver,1989)</p> <p>“El azúcar se disuelve haciendo que la masa sea un poco mayor”</p> <p>Alumnos de Israel de 9 a 15 años (Stavy, et al. 1990)</p> <p>“el azúcar pesa y hace que el agua se haga más pesada”</p> <p>Alumnos de México 14 a 18 años (Jara,2001)</p> <p>“al mezclarse el agua y el azúcar se disuelve y se vuelve más denso”</p>	<p>Alumnos ingleses, 15 años (Driver,1989)</p> <p>“debido al peso añadido del humo”</p> <p>Alumnos de España de bachillerato y nivel (Gómez Crespo, et al, 1992)</p> <p>“se produce humo en la combustión”</p> <p>Alumnos de México 14 a 18 años (Jara,2001)</p> <p>“al quemarse encierra el humo”</p>

- La enseñanza recibida no parece suficiente para que muchos alumnos comprendan la ley de conservación de la materia en todos sus aspectos.
- Entender la ley de conservación de la masa y la definición correcta de la misma no está relacionada con el razonamiento utilizado en la resolución de problemas que conllevan conservación de la masa. Por un lado está el conocimiento en forma de leyes y proposiciones y por otros el aparato lógico de los mecanismos de resolución de problemas, el enlace entre estos dos se convierte en el puente de conocimientos.
- En los alumnos de mayor nivel de estudios se observa una mayor utilización (generalmente inadecuada) de términos que han estudiado y que consideran científicos

- Los errores cometidos pueden variar según la cuestión planteada. Así alumnos que diferencian aparentemente masa y volumen en una respuesta después confunden ambos conceptos en otra, o aquellos que razonan que la materia no puede desaparecer al disolverse no encuentran dificultad para aceptar que disminuye en la combustión.
- El estudiante interpreta el proceso basándose en los aspectos perceptivos- en el caso del azúcar el disolvente no sufre ningún cambio aparente. Sin embargo, en la combustión donde es mayor la transformación de la materia admite con más facilidad la desaparición de la materia. Hay un predominio de lo que es observable sobre lo no observable.
- No se observa una evolución significativa de las ideas previas de los alumnos a lo largo de los distintos niveles de enseñanza, ya que el nivel de respuestas correctas es similar. Eso indica que las ideas de los alumnos persisten y que muy difícilmente cambian con la instrucción.

La cuestión crucial no es solamente si los alumnos entienden los conceptos o modelos teóricos que se les enseñan, sino si pueden utilizarlos y tenerlos como útiles y adecuados para interpretar los hechos a los que se enfrentan.

Por tanto las estrategias deben favorecer que el alumno pueda reformular sus concepciones asimiladas y estructuradas a lo largo de su vida y fuertemente arraigadas a sus estructuras cognitivas, es decir que promuevan el aprendizaje por cambio conceptual (Neto, 1991). Todo esto nos lleva a la necesidad de:

1. Una revisión del programa para establecer el nivel de complejidad y desarrollo conceptual con el que se debe abordar este tema.
2. Una reformulación de la actividad experimental que permite al alumno el aprendizaje significativo de conservación de la materia.

3. Diseño de una propuesta de intervención instruccional que favorezca el aprendizaje y contribuya al desarrollo de los esquemas de conocimiento necesarios en el estudiante de química.

El presente trabajo se centra en este último punto. La propuesta pretende mostrar cómo abordar conservación de la materia de tal manera que el alumno obtenga significados más adecuados de este concepto necesario para la construcción de otros conocimientos más complejos que se construyen a partir de éste.

Los aspectos considerados son:

- El esquema conceptual que se quiere desarrollar.
- Los esquemas conceptuales que queremos desarrollar
- Los conceptos más problemáticos
- La adecuación de los procedimientos más implicados
- Los objetivos prioritarios
- Las actividades para favorecer el aprendizaje
- Las actividades para evaluarlo

La propuesta consta de dos partes:

- Un modelo para la planeación del tema
- Un modelo para el desarrollo en la clase

QUINTA PARTE

VI. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN INSTRUCCIONAL

A. PLANEACION

El trabajo de los docentes requiere de una planeación. Su importancia reside en el hecho de que con ella se evita la improvisación, la dispersión de esfuerzos y recursos, además de las desviaciones. Se constituye en una guía de las acciones que se van realizando. Con ella se prevén los recursos y estrategias, acciones y secuenciación que permitirán el logro de los propósitos educativos en cuanto a conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que permiten el desarrollo integral de los estudiantes.

El modelo empleado para el diseño de este tema, es el propuesto por Sánchez y Valcárcel. Las tareas que ellos proponen para la planificación son:

1. Análisis científico

Tiene por objetivo la reflexión y actualización científica del profesor y la estructuración de los contenidos mediante las siguientes actividades:

- Selección de contenidos
- Definición del esquema conceptual
- Delimitación de procedimientos científicos
- Delimitación de actitudes científicas

2. Análisis didáctico

Consiste en delimitar los condicionamientos del proceso de enseñanza y aprendizaje a través de:

- La averiguación de las concepciones personales de los alumnos
- Consideración de las exigencias operatorias de los contenidos
- Delimitación de las implicaciones para la enseñanza

3. Selección de Objetivos

Sus objetivos son reflexionar sobre los potenciales de aprendizaje de los alumnos y el establecimiento de referencias para el proceso de evaluación al:

- Considerar conjuntamente el análisis científico y el análisis didáctico
- Delimitar prioridades y jerarquizarlas

4. Selección de estrategias didácticas

En esta etapa se determinan las estrategias a seguir para el desarrollo del tema y se definen las tareas a realizar tanto por el profesor como para el alumno. Las actividades para lograrlo son:

- Considerar los planteamiento metodológicos para la enseñanza
- Diseñar la secuencia global de enseñanza
- Seleccionar actividades de enseñanza
- Elaborar materiales de aprendizaje

5. Selección de estrategias de evaluación. Su objetivo es valorar la unidad diseñada y el proceso de enseñanza y aprendizaje mediante las siguientes actividades:

- Delimitar el contenido de la evaluación
- Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema
- Diseñar instrumentos para la recogida de información

1. ANÁLISIS CIENTÍFICO

a. Selección de contenidos

La selección de contenidos permite la estructuración del contenido mediante la explicitación de los esquemas conceptuales que se pretenden adquieran los alumnos. De

esta selección se podrá definir, entre otros aspectos, la duración, la amplitud y la complejidad de lo que se va a enseñar.

Contenidos Curriculares

Conceptuales	Procedimientos	Actitudinales
Materia	Identificación de transformación.	Reconocimiento del Conocimiento científico
Masa	Identificación de las variables involucradas en un proceso.	Como producto social y como proceso de construcción continuo y de revisión permanente.
Peso	Reconocimiento de las variables que no cambian.	Reconocimiento de la Ley de conservación de la materia como piedra angular de la Química.
Volumen	Inferencia de la Ley de Conservación de la Materia.	Reconocimiento de la utilidad de este contenido para mejorar la calidad de la vida.
Transformación	Aplicación de la Ley en el contexto académico.	Conciencia de que ha aprendido algo y de las dificultades a las que se ha enfrentado para hacerlo.
Ley de Conservación de la Materia	Aplicación de la Ley en la Resolución de problemas De la vida cotidiana.	
	Revisión de las condiciones de Nacimiento de la Ley.	

Al plantear los contenidos las ideas clave a trabajar serán:

1. Identificación de las variables involucradas en un proceso
 - En un proceso hay variables que permanecen constantes, es decir, no cambian, y otras que si cambian.
 - Diferenciar masa de volumen, densidad y peso.

2. Inferencia de la Ley de conservación de la materia,

- La masa solo se conserva en sistemas cerrados.

3. Aplicación de la Ley en el contexto académico.

- Cambios de estado y disoluciones
- Las sustancias que interactúan mantienen su identidad, no cambian su estructura interna.
- Se pueden recuperar las sustancias tanto en su estructura como en su cantidad.
- Reacciones
- La identidad de las sustancias que participan se modifican cambiando su estructura interna.
- En este proceso no desaparecen átomos ni se forman otros nuevos.
- Se conserva el número total de átomos de cada elemento presente al inicio y al final
- Aplicación de la Ley en la resolución de problemas de la vida cotidiana
- Realizar cálculos sencillos como el balance de agua en el organismo para mostrar la funcionalidad de este contenido.
- Revisión de las condiciones de nacimiento de la Ley.
- Resaltar las preguntas que dieron origen a esta Ley -Resaltar las condiciones de su nacimiento.
- Enfatizar las controversias.
- Resaltar la importancia de conservación de la materia en el desarrollo posterior de la química.

b. Delimitación del esquema conceptual

El esquema conceptual permite establecer los conceptos y las relaciones más relevantes de los mismos, pero también ayuda a seleccionar los materiales de enseñanza, ya que obliga a dirigir la atención aun número ilimitado de ideas y guiar la secuenciación de los conocimientos, puesto que se puede observar una ruta de aprendizaje.

Ley de conservación de la materia

- Masa
- Sustancia
- Transformación
- Conservación de la masa
- Reacciones
- Cálculos químicos
- Conservación de la sustancia química
- Cambios de Estado
- Disoluciones
- Sociedad
- Resolución de problemas

Delimitación de los contenidos procedimentales

Para determinar los contenidos procedimentales son útiles las siguientes preguntas:

¿Cuál es la pregunta central determinante?

- ❖ ¿Cuál es, el marco conceptual que subyace a dicha pregunta y guía a la selección del acontecimiento que va a ser el centro de interés?
- ❖ ¿Qué procedimientos y métodos se pueden utilizar para dar respuesta a la pregunta planteada?
- ❖ ¿Cuáles son las afirmaciones acerca de los conocimientos a los que se quiere llegar?

Esto permite seleccionar qué procedimientos están más relacionados con los que se plantean y con los nuevos conocimientos que se quiere que el alumno construya conectándolos con aquellos que ya posee.

Contenidos procedimentales

Preguntas centrales	Procedimiento científico implicado
¿Cómo se identifica una transformación?	Realización de experiencias que le permitan identificar las variables involucradas en un cambio.
¿Qué variables están involucradas?	
¿La conservación de la materia es dependiente de este tipo de proceso?	Observación y descripción del proceso.
¿La conservación de la materia depende del tipo de sistema?	Interpretación de los datos experimentales a partir de un modelo.
¿Qué importancia podrá tener este contenido en la comprensión de la química?	Elaboración de Informes coherentes con el proceso seguido.
¿Qué importancia podrá tener en la vida cotidiana?	Consulta de fuentes de información.
¿Cómo fue el desarrollo histórico del concepto de la conservación de la materia?	

2. ANALISIS DIDÁCTICO

Consiste en conocer las características cognitivas de los alumnos determinando las ideas previas, así como las exigencias operatorias de contenido. De esto se podrán derivar las implicaciones para la enseñanza.

a. Caracterización de las concepciones personales de los alumnos

Los estudios de las concepciones personales de los alumnos sobre masa y conservación de la materia indican que la mayoría no tienen una comprensión adecuada de estos contenidos.

Con respecto a la masa, la asocian con volumen, peso, densidad. Masa es algo “que se ve”, “se toca”, “ocupa un sitio” (Oñorbe, 1992).

En la interpretación de la conservación de la materia en diferentes procesos, las concepciones personales de los alumnos son las siguientes:

- **Estados de la materia**

Consideran que la masa de un gas es modificada por los cambios de presión, volumen o temperatura (Gómez, 1992). También consideran que el gas no tiene masa (Oñorbe, 1992)

- **Cambios de estado**

En una evaporación la masa disminuye porque al pasar de líquido a gas las sustancias se hacen más ligeras. Lo mismo sucede en la fusión. Aquí están asociando la masa con otro concepto muy utilizado por ellos en Física, la densidad (Stavy, 1990). Otra idea muy generalizada es que durante una evaporación la masa se pierde porque tienen una visión aristotélica de los gases como sustancias sin masa (Barrow, 1993),

- **Disoluciones**

La masa se pierde porque el soluto desaparece o bien disminuye porque el sólido al disolverse se hace más ligero (Stavy, 1990; Oñorbe, 1992 y Gómez, 1992, 1993).

- **Reacciones**

En la combustión consideran que la masa disminuye porque el sólido se convierte en un gas y este es más ligero que los sólidos, nuevamente asocian masa con densidad. O bien porque las cenizas son polvo y el polvo es más ligero que el material del que proviene. También consideran que la masa disminuye porque se producen gases y estos no pesan (Oñorbe, 1992; Barrow, 1993; Driver, 1989; Gómez, 1992).

En la oxidación suponen que la masa disminuye porque el óxido corroe al metal y además es más ligero. O bien, la masa aumenta porque se adiciona hollín u óxido al metal, algunos consideran que como la masa total no cambia no puede cambiar la del hierro ni la del oxígeno, es decir, no entienden que es una reacción química (Gómez, 1992; Landau, 1996).

b. Exigencias operatorias de los contenidos

Analizando los contenidos procedimentales del tema se puede observar que se está andando del alumno una serie de esquemas de conocimientos que le permitan aprenderlo.

Por tanto, es necesario no sólo conocer las características de las concepciones personales de los alumnos, sino también, la explicitación de las exigencias operatorias del contenido, como paso previo a la delimitación de lo que se va a enseñar.

Exigencias Operatorias de los contenidos

Exigencia operatoria	Características operativas	Ejemplos de contenidos implicados
<p>Conservación</p> <p>Control y exclusión de variables</p> <p>Uso de Modelos</p> <p>Habilidades de investigación</p>	<p>C: Admite la conservación de la masa sólo cuando es visible.</p> <p>F: Admite todas las conservaciones.</p> <p>C: Es capaz de estudiar los efectos de un factor, pero sin controlar o excluir otros que puedan intervenir.</p> <p>F: Ve la necesidad de controlar variables, pero no es capaz de desarrollar una estrategia propia de control. Hay que facilitarles los diseños experimentales.</p> <p>C: Organizan la realidad mediante nociones no estructuradas y ambiguas.</p> <p>F: Utiliza modelos a nivel cualitativo, pero los usa como algo verdadero.</p> <p>Se le puede proponer uno, pues es capaz de aplicarlo para dar explicaciones.</p> <p>C: Realiza ordenaciones de datos pero es incapaz de inferir relaciones cuantitativas por sí solo.</p> <p>F: Necesita ayuda para deducir relaciones entre los datos y para organizar la información.</p> <p>Son necesarias cuestiones concretas que dirijan el análisis de datos experimentales o teóricos.</p>	<p>Demostración de la conservación de la masa.</p> <p>Aplicación de la conservación de la materia en diferentes procesos.</p> <p>Utilización de modelos para dar Explicaciones de los resultados obtenidos en los experimentos.</p> <p>Utilización de modelos para interpretar la conservación de la materia en diferentes procesos.</p> <p>Organización y análisis de datos experimentales para inferir la Ley y aplicarla.</p>

c. Implicaciones para la enseñanza

De las ideas previas y de las exigencias operatorias se puede decir que es necesario:

- Trabajar los conceptos de masa, peso, volumen y densidad.
- Iniciar el tema con ejemplos que contengan elementos que perciban a través de sus sentidos.
- Demostrar experimentalmente la Ley de Conservación de la masa y que esta no es extensiva al volumen.
- Diseñar estrategias que le permitan la transferencia del conocimiento formal a la vida cotidiana.
- Enseñar este tema en diferentes contextos y en el siguiente orden.
 - ❖ Estados de agregación
 - ❖ Cambios de Estado
 - ❖ Disoluciones
 - ❖ Reacciones químicas: que no involucren ni reactantes ni productos en estado gaseoso y, otras que sí involucren la presencia de un gas.
- Realizar experiencias primero en sistemas abiertos y luego en sistemas cerrados.

3. SELECCIÓN DE OBJETIVOS

Por tanto, de la integración del análisis didáctico y científico, se puede concluir que al enseñar conservación de la materia se debe pretender que el alumno:

- Diferencie masa de volumen, densidad, materia y peso.
- Identifique las variables involucradas en una transformación y reconozca las que no cambian.
- Realice experimentos para comprobar la Ley de Conservación de la Materia.
- Constate experimentalmente que los procesos de disolución, cambios de estado y reacción química están sujetos al principio de conservación de la materia.

- Valore la utilidad de la conservación de la materia, en procesos como la separación de la sal en las salinas.
- Dé explicaciones sobre la conservación de la materia en diferentes procesos utilizando modelos científicos.
- Reconozca el conocimiento científico como producto social a través del análisis histórico de la Ley, y como planteamientos no dogmáticos.
- Desarrolle -a través del aprendizaje- su personalidad, creatividad, capacidad de crítica razonada, honestidad etcétera.

4. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

Desde una perspectiva metodológica, se asume una concepción constructivista del aprendizaje. Algunos de sus principios son:

- El alumno posee sus propias representaciones el mundo físico, éstas tiene cierta coherencia, son estables, difieren de las explicaciones que tiene la ciencia y no son modificables por una enseñanza basada en la transmisión de la información (Driver, 1989).
- La nueva información es siempre interpretada por el sujeto que aprende a partir del marco conceptual que posee.
- El conflicto cognitivo es motor para el avance conceptual.
- Cualquier concepto o tema no aparece aislado sino que está incluido dentro de un campo más amplio. Su enseñanza no puede abordarse de manera particular, sino que debe abarcar el conjunto de nociones y conceptos que con éste se interrelacionan al explicar un determinado problema.
- El aprendizaje se logra, por la evolución paralela de los distintos conceptos y por la integración progresiva de éstos en el proceso de pensamiento (Giordan 1988). También se considera la utilidad del aprendizaje operativo, así como la enseñanza como un proceso de investigación en la acción.

Todo esto lleva a que:

- Se deben plantear situaciones en las que los alumnos identifiquen y reconozcan sus ideas a partir de una reflexión individual y del contraste con los otros compañeros.
- Para que los estudiantes se impliquen deben notar que se está trabajando con sus ideas iniciales, a lo largo de la construcción del conocimiento, y que, con la nueva información, se va modificando, sustituyendo y ampliando.
- Para aprender algo los alumnos necesitan ver su utilidad, lo que implica la utilización de hechos, fenómenos y situaciones prácticas.
- Las situaciones de aprendizaje no sólo deben favorecer la idea del conocimiento como planteamientos no dogmáticos, sino que están continua revisión y progreso permanente
- Las situaciones de aprendizaje deben favorecer el desarrollo integral del estudiante (Sánchez, 1997).

Las estrategias didácticas viene!l incluidas en el apartado del desarrollo de la clase (Pág. 47-60).

5. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN

Por último, es necesario realizar una valoración tanto de la evaluación del aprendizaje de los alumnos, como el desarrollo de la unidad de tal manera que la información retroalimente a los estudiantes y sirva para la mejora del proceso de enseñanza.

Algunas de estas ideas que son fundamentales en esta valoración son:

- La evaluación debe estar integrada en el proceso de enseñanza y aprendizaje, Se trata de controlar todo el proceso desde el inicio hasta el final y retroalimentar continuamente. No basta con saber si se ha producido la comprensión del tema sino que habrá que recabar otros datos como el trabajo

en clase, capacidad para razonar. etc.

- la evaluación debe hacerse de manera compartida con el alumno.
- la evaluación tendrá que abarcar entre otros elementos, al profesor, el método enseñanza, el ambiente en el salón de clases etc.

Estrategias de Evaluación

Contenido de evaluación	Fase del Desarrollo del Tema	Instrumento de Evaluación
En relación a los conocimientos de los alumnos:		
Ideas de los Alumnos	Fase Inicial: Explicitación de las concepciones personales del alumno.	Cuestionario Individual
Evolución del Conocimiento	Fase de introducción a los nuevos conocimientos y aplicación.	Elaboración del Trabajo sobre el estudio histórico Exposición de las ideas surgidas en la investigación y la parte experimental. Elaboración de la “V” de Gowin en la parte experimental.
Cambio conceptual	Fase de Revisión	Diseño de la parte experimental Investigación del proyecto.
En relación al desarrollo de la propuesta:		Elaboración del mapa conceptual y resolución de problemas. Observación de las actitudes de los alumnos en las diferentes actividades.
Motivación e interés	Todas las fases	Valoración del proceso por medio de un cuestionario.
Rentabilidad para el aprendizaje	Fase de nuevos conocimientos, aplicación y revisión.	Contraste entre el tiempo previsto y real.
Adecuación del tiempo.	Al término de cada fase	Opinión del alumno sobre su utilidad.
Claridad y comprensión de los Materiales.	Todas las fases.	

B. DESARROLLO DE LA CLASE

La propuesta de desarrollo de la clase (Sánchez, 1993, Monk, 1997) comprende cuatro fases muy diferenciadas y marcadas. Estas son:

I. Iniciación: Presentación y explicitación de las ideas de los alumnos

II. Introducción de nuevos conocimientos.

-Estudio histórico

-Diseño de experimentos

-Ideas científicas y pruebas experimentales.

III. Aplicación

IV. Revisión y Evaluación

En la primera columna se muestran las fases del proceso de enseñanza, en la segunda, las preguntas centrales y, en la tercera, las intenciones educativas y secuencia de actividades.

Secuencia de Enseñanza

Fase	Pregunta central	Intención educativa y secuencia de actividades
I. INICIACION 1. Presentación	¿Qué importancia tendrá estudiar la conservación de la materia?	Despertar el interés por el estudio del tema mediante una caricatura. Contextualizar el tema a través de un mapa conceptual sobre los contenidos más relevantes
	¿Con qué hechos de la vida cotidiana está relacionada?	Mostrar la utilidad de los contenidos por medio de un interrogatorio
2. Explicitación de las concepciones de los alumnos	¿Qué es la masa, el peso, el volumen y la densidad?	Explicitar las ideas de los alumnos, mediante un cuestionario en el que defina Ley de conservación

<p>II. INTRODUCCION A LOS NUEVOS CONOCIMIENTOS</p> <p>3. Estudio Histórico</p> <p>4. Diseño de pruebas experimentales</p>	<p>¿Qué relación existe entre la masa materia, masa, y el volumen?</p> <p>¿Qué le sucede a la materia durante un cambio?</p> <p>¿Qué preguntas dieron origen al estudio de esta Ley?</p> <p>¿Cuáles han sido las interpretaciones que a lo largo de la historia se han dado sobre la conservación?</p> <p>¿Qué importancia tuvo en el desarrollo posterior de la química?</p> <p>¿Cómo identificar una transformación?</p> <p>¿Qué variables están involucradas?</p> <p>¿Cuáles variables cambian y cuáles permanecen?</p> <p>¿Qué podemos decir de la materia en un cambio?</p> <p>¿La conservación de la materia es dependiente o independiente del tipo de proceso?</p> <p>¿La conservación de la materia dependerá del tipo de sistema cerrado o abierto?</p>	<p>de la materia, masa, peso, volumen, densidad.</p> <p>Establecer relaciones entre ellos y apliquen conservación de la materia en diferentes procesos</p> <p>Estas ideas se irán trabajando a lo largo del desarrollo de la clase.</p> <p>Evidenciar que el conocimiento científico es un producto social, resultado de un proceso de construcción permanente y progresiva.</p> <p>Mostrar la importancia de este contenido como piedra angular de la química, todo esto a través de una investigación por parte de los alumnos y exposición de lo indagado</p> <p>Identificar una transformación</p> <p>Predecir, determinar y estudiar las variables involucradas en un proceso.</p> <p>Interpretar los resultados a partir de un modelo y reconocer que en las transformaciones hay cosas que permanecen.</p> <p>Inferir la Ley de conservación de la materia.</p> <p>Interpretar conservación de la materia en diferentes tipos de proceso.</p> <p>Interpretar conservación de la materia en diferentes tipos de sistemas.</p> <p>Todo lo anterior a partir de una actividad</p>
--	---	---

<p>5. Ideas científicas y pruebas experimentales</p> <p>III. APLICACIÓN</p> <p>IV. REVISIÓN Y EVALUACION</p>	<p>Idem paso 3 y 4</p> <p>¿Qué utilidad puede tener la comprensión de este concepto en la vida cotidiana?</p> <p>¿Qué se puede modificar de las respuestas iniciales?</p> <p>¿Cuáles fueron las dificultades?</p> <p>¿Cómo se podrían organizar los conocimientos estudiados?</p>	<p>experimental que le permita confrontar sus ideas previas y argumentarlas</p> <p>Precisar los contenidos mediante la elaboración de un mapa conceptual.</p> <p>Reconocer que la comprensión de la Ley ayuda a mejorar la vida a través de la resolución de problemas como el proyecto de recuperación de la zona chinampera de Xochimilco.</p> <p>Valorar el avance logrado y adecuar las estrategias para la retroalimentación y corrección, a lo largo de todo el proceso.</p> <p>Elaboración de un mapa conceptual.</p>
--	---	--

Modelo del desarrollo de la clase

FASE	MAESTRO	ALUMNO	PRODUCTO
<p>I. INICIACION</p> <p>1. Presentación</p> <p>2. Explicitación de las concepciones personales de los alumnos.</p> <p>II. INTRODUCCIÓN DE LOS NUEVOS CONOCIMIENTOS.</p> <p>3. Estudio Histórico</p> <p>4. Diseño de pruebas experimentales iniciales</p> <p>5. Ideas científicas y pruebas experimentales</p> <p>III. APLICACIÓN</p> <p>IV. REVISIÓN Y EVALUACION</p>	<p>Presentación del Fenómeno</p> <p>Presentación del Profesor</p> <p>Diseño de experimentos</p> <p>Presentación del Profesor</p> <p>Interpretación del Experimento</p> <p>Evaluación y Discusión</p>	<p>Obtención de las ideas de los estudiantes</p> <p>Lectura e investigación del alumno</p> <p>Resolución de problemas</p>	<p>Motivación</p> <p>Conocimiento de lo que el alumno sabe del fenómeno</p> <p>Condiciones del nacimiento del contenido y características del conocimiento científico</p> <p>Experimentos que permitirán a los alumnos argumentar sus ideas iniciales</p> <p>Interpretación de los resultados</p> <p>Documento que permita valorar la utilidad del contenido.</p> <p>Datos que permitan determinar el avance logrado, así como la selección de estrategias para retroalimentación y la mejora del proceso de enseñanza.</p>

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, M. et al. 1994. “A cross-age study of understanding of the five chemistry concepts” Journal of Research in Sciences Teachers. 31(2), 147-165.
- Abraham, J. M. et al. 1997. “Aplicación de un sistema que facilite el aprendizaje cooperativo de las ciencias -particularmente química- y la tecnología unida al desarrollo y al medio ambiente” Educación Química. 8(3), 146-149.
- Aceves, P 1990. “La difusión de la química de Lavoisier en el Real Jardín Botánico de México y en el Real Seminario de Minas (1788-1810)” Quipu. 7 (1), 3-35.
- Barroso, F. et al. 1993. “Ideas de los alumnos sobre aspectos básicos de la Química” Enseñanza de las Ciencias. Número extra (IV Congreso), 211-212.
- Castañeda, S: 1997. “Enseñanza Estratégica: un modelo integral al servicio del docente universitario” Monografía 1 C. B.
- Chamizo, J. A. 1997. “Evaluación de los aprendizajes. Tercera parte: POE, Auto evaluación, Evaluación en grupo y Diagramas de Venn” Educación Química 8 (3), 141-145.
- Charles Coulston Gillespie. New York-Scribners'Sons.”Lavoisier, Antoine-Laurent” Dictionary of Scientific Biography. 8, 66-91.

- Driver, R. et al. 1989 “Mas allá de las experiencias; la conservación de la materia en las transformaciones físicas y químicas” Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Editorial Morata. 225-258.
- Fourez, G. 1995 “El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad”, Perspectivas, UNESCO. XXV {23}, 27-39.
- García, H. 1991.El Investigador del Fuego. Editorial Pangea.
- Giordan, A. et al. 1988. “Concepciones personales” Orígenes del saber Editorial. Diada, España.77-105.
- Gómez, A. et al. 1992. “La estructura de los conocimientos previos en química”: Una propuesta de núcleos conceptuales” Investigación en la Escuela. 18, 23-40
- Gómez C. et al. 1993 “La comprensión de conservación de la materia en problemas de disolución” Enseñanza de las ciencias. Número extra (IV Congreso), 237-238.
- Gomez, C. et al. 1995. “Students' Ideas on conservation of matter: effects of expertise and context variables” Science Education. 79 (1) 77-93.
- Hernández, J. et al. 1993.”Enseñanza de las leyes ponderales a partir del modelo de aprendizaje por investigación y su aplicación a la teoría atómica-molecular” Enseñanza de las Ciencias Número extra IV Congreso” 241-242.
- Host, V. 1995 “Finalidades de la enseñanza” Perspectiva. UNESCO XXV (1), 41-49.

- Landau, L. et al. 1996. Cambios químicos y conservación de la masa. ¿Está todo claro?. Enseñanza de las Ciencias. 14 (2), 171-174
- Lastra, M. et al. 1990. “Análisis estadístico de los índices de reprobación en el área de biología en la facultad de Química. UNAM. Período 1978-1987”. Educación Química 1 (2), 82-88.
- León, A. et al. 1994 “El maestro, dificultades para modificar su papel en la enseñanza de las ciencias naturales” Memorias del Primer Simposio de Educación. Ciesas. 279-294.
- León, A. et al. 1995. “Ciencias Naturales y Tecnología” Procesos de enseñanza y aprendizaje II, Consejo Mexicano de Investigación Educativa. (1), 23-89.
- Monk, M. et al. 1997. “Placing the History and the Philosophy of Science on the curriculum a model for the development of pedagogy” Science Education, 81, 405-424.
- Muñoz-Chápuli, 1995 “Escribir para aprender: Ensayo de una alternativa en la enseñanza universitaria de las ciencias” Enseñanza de las Ciencias. 9 (3) 273-278.
- Neto, A. J. 1991, “Factores psicológicos de insucesso na resolucao de problemas de física: una mostra significativa” Enseñanza de las Ciencias. 9 (3), 275-280.
- Novak, J. D. 1991. “Ayudar a los alumnos a aprender como aprender” Enseñanza de las Ciencias. 9 (3), 233-238.

- Oñorbe de Torre, et al. “La masa no se crea ni se destruye ¿Estáis seguros?” Enseñanza de las Ciencias. 10 (2), 165-171.
- Rodríguez, B. 1992. “Una propuesta integral de evaluación en ciencias” Enseñanza de las Ciencias. 10 (3), 254-267.
- Sánchez, B. et al. 1993 “Diseño de una unidad didáctica en el área de ciencias experimentales” Enseñanza de las Ciencias” 11 (1), 33-44.
- Sánchez, B. et al. 1997 “La utilización de un modelo de planificación de una unidad didáctica en el estudio de las disoluciones en secundaria” Enseñanza de las Ciencias, 15 (1), 35-50.
- Stavy, R: 1990. “Pupils' problems in understanding conservation of matter” International Journal of Science Education. 12(5), 501-512.
- The New Encyclopaedia Britannica. “Lavoisier”. 22 Pág. 856-858.
- Vázquez, A. et al. 1997. “Una evaluación de las actitudes relacionadas con las ciencias” Enseñanza de las Ciencias. 15 (2), 199-213.