



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"DETECCION DE IDEAS PREVIAS EN ALUMNOS DE QUIMICA INDUSTRIAL DE NIVEL TECNICO DEL CONALEP"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
Q U I M I C O
P R E S E N T A :
ALFREDO LINARES OLIVARES



MEXICO, D.F.



2005

EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE QUIMICA

m351957



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:**

- Presidente:** Prof. Pilar Montagut Bosque  
**Vocal:** Prof. Rosa María González Muradas  
**Secretario:** Prof. Myrna Teresa Carrillo Chávez  
**1er. Suplente:** Prof. María del Carmen Sansón Ortega  
**2°. Suplente:** Prof. Elizabeth Nieto Calleja

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo reespecial.

NOMBRE: Alfredo Linares Olivares  
FECHA: 04/Nov/05  
FIRMA: A. Linares

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

Este trabajo se realizó en la Facultad de Química de la UNAM, bajo la dirección de la Profesora Pilar Montagut Bosque y en el Plantel Tlalpan II del Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, con la colaboración de los grupos 4202 y 4204, generación 2003 de la carrera de Química Industrial.

**Asesor:** Q. Pilar Montagut Bosque

P. Montagut B  
A. Linares

**Sustentante:** Alfredo Linares Olivares

## AGRADECIMIENTOS

A veces las palabras parecen sólo un mero reflejo de convenios sociales, construcción de frases que han perdido su sentido desgastadas por el peso de lo cotidiano; sin embargo, hay momentos en que es necesario reinventar y reivindicar aquellas palabras que dicen más que su significado. Y este es para mí uno de esos momentos en los que asumo y reivindico, en todo su sentido, lo que representa el agradecimiento; dar gracias a quienes hicieron posible el concluir este trabajo que me significa algo más que la obtención de un título. Así las cosas, permítaseme agradecer profundamente a...

... mis padres, José Alfredo y Sebastiana, bastión, guía y ejemplo de amor, dignidad, nobleza y esfuerzo. Gracias papá y mamá por enseñarme a luchar sin perder el amor, la solidaridad y esa dignidad que le dan sentido a la vida.

... mis hermanos Mariana, Gerardo y Pablo, ramas de un mismo árbol; caminos que conducen a destinos diferentes, pero con un mismo origen al cual siempre podemos voltear con la seguridad de sabernos acompañados. Gracias por todo hermanos.

... Maricela, mi compañera, con quien construyo algo más que un proyecto de vida, de quien siempre recibo amor, cariño y comprensión. Gracias Mara, por haber dado luz a una etapa de mi vida matizada por sombras y saudades.

... mi asesora, Profesora Pilar Montagut Bosque por todo su apoyo, pero sobretudo, por saber cómo motivar, pues esa es, desde mi parecer, la principal virtud de un profesor. Agradezco también a las Profesoras Rosa María González y Myrna Carrillo, por su tiempo y disposición para revisar este trabajo.

... mi Universidad, la UNAM, la universidad pública por excelencia en este país de desigualdades, la que a través del CCH Sur y la Facultad de Química me enseñó a pensar y a ser consecuente.

## DEDICATORIA

Este trabajo representa el fin de muchos ciclos, es la confluencia de encuentros y desencuentros en un solo cauce. El último punto de este texto simboliza, además, el hacer un alto, mirar atrás lo que ha sido esta mi peculiar forma de entender y hacer eso que llamamos vida; no obstante, en ningún momento se asoma la sombra del arrepentimiento o del pesar por lo no realizado a su debido tiempo.

En primer termino, quiero dedicar este trabajo a mis niños, mis sobrinos, las hojas más pequeñitas del árbol de mi vida: Paulina, Mauricio, Estefanía, Arantza y a Daniela, quienes me han dado más, mucho más de lo que yo pueda ofrecerles, y son muestra, con sus risas e inocencia, de que aún podemos tener fe en un mundo más digno de vivirse.

Para mi tía Aurora, que me ha visto crecer, pero para quien aún sigo siendo el niño despeinado y somnoliento de antes.

En segundo término a los compañeros, hermanos, guatemaltecos y mexicanos, con quienes compartí (y comparto) la utopía de un mundo mejor. Vayan estas líneas, si esto fuera posible, a todos aquellos con los que nos atrevimos a soñar con una vida más justa, aún a riesgo de muchas cosas.

Este trabajo es también reconocimiento a la amistad, compañerismo y solidaridad de los amigos con los que compartimos más que noches en vela y canciones: Juan, José, Norma Q., Norma O., Rocío, Gabriel, Rufino, Myrna y tantos otros que han dejado huella en mí.

Finalmente para una pequeña y difícil historia, que en su momento escribirá su epílogo a pesar de nosotros mismos...

**DETECCIÓN DE IDEAS PREVIAS EN ALUMNOS DE QUÍMICA INDUSTRIAL DE  
NIVEL TÉCNICO DEL CONALEP**

**ÍNDICE**

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>   | <b>4</b>      |
| <b>1. LA EDUCACIÓN PROFESIONAL TÉCNICA Y EL CONALEP</b>                     |               |
| 1.1 ¿Cómo surge el CONALEP?   | 5             |
| 1.2 La Educación Profesional Técnica  | 7             |
| 1.3 El Profesional Técnico- Bachiller en Química Industrial.                | 10            |
| 1.4 Plan de estudios Profesional Técnico – Bachiller en Química industrial  | 11            |
| <b>2. IDEAS PREVIAS Y LA EDUCACIÓN PROFESIONAL TÉCNICA</b>                  |               |
| 2.1 Las Ideas previas y su contexto   | 17            |
| 2.2 Ideas previas como construcción del conocimiento                        | 20            |
| 2.3 Ideas previas y la educación técnica                                    | 25            |
| <b>3. IDEAS PREVIAS EN ALUMNOS DE CUARTO SEMESTRE DE QUÍMICA INDUSTRIAL</b> |               |
| 3.1 Metodología de investigación  | 27            |
| 3.2 Instrumento y análisis de resultados                                    | 34            |
| 3.3 Funcionalidad del instrumento de detección                              | 57            |
| <b>4. ELEMENTOS PARA EL CAMBIO CONCEPTUAL</b>                               |               |
| 4.1 ¿Qué es el cambio conceptual?   | 60            |
| 4.2 Diagnóstico de ideas previas  | 62            |
| 4.3 Análisis de resultados y elaboración de estrategias                     | 66            |
| <b>5. CONCLUSIONES</b>  | <b>77</b>     |
| <b>REFERENCIAS</b>  | <b>81</b>     |

## INTRODUCCIÓN

Es muy común el señalar lo difícil que a veces resulta el participar en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias, ya sea como docente o como alumno y lo complicado que resulta el inducir a nuevos prospectos para estudiar ciencia. La pregunta que naturalmente surge es ¿qué provoca que esto sea así?. Evidentemente hay varios elementos que influyen: los hay de índole económica, social y hasta cultural; pero cuando se revisa al interior de la docencia se encuentran aquellos que son propios de su práctica y los que coyunturalmente le afectan. Entre los primeros se encuentran las llamadas *ideas previas, preconcepciones o concepciones alternativas* de los alumnos, que entre otros factores, intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, y en particular la Química.

Hasta antes de iniciar la presente investigación, las ideas previas y sus efectos me eran totalmente desconocidas, y me atrevo a decir que lo son para la mayoría de los profesores del sistema CONALEP a pesar de la experiencia docente en Química y de los cursos estudiados como parte del proceso de formación de profesores. Descubrir que había una amplia investigación pedagógica que explicaba y proponía hipótesis en torno a las respuestas *contradictorias*, o incluso *graciosas*, que algunos estudiantes planteaban, me significó explorar un nuevo enfoque sobre *cómo* enseñar Química. Antes de esta experiencia, compartía el supuesto erróneo, y a veces peyorativo, de que el alumno novel “no sabe nada” y hay que partir de cero para enseñarle ciencia. El tener conocimiento y conciencia de las ideas previas, de su función y de sus efectos, no sólo implicó cambiar este enfoque, sino reconocer y respetar al alumno como un individuo capaz de generar explicaciones de la naturaleza y de poder *evolucionar* en ese conocimiento. Este trabajo pretende contribuir, dentro de sus posibilidades, a que el profesor de Química del CONALEP explore las causas y efectos de las ideas previas, considerando, en el sentido más amplio, lo dicho por Ausbel (Ausbel, 1993, citado por Chamizo, 2000): “*Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averigüese esto, y enséñese en consecuencia.*”

## 1. LA EDUCACIÓN PROFESIONAL TÉCNICA Y EL CONALEP

### 1.1 ¿Cómo surge el CONALEP?

Aunque no es la intención hacer un análisis más profundo de lo que el presente trabajo exige, sí es necesario hacer un esbozo del contexto en el que surge la propuesta de Educación Profesional Técnica que cristalizaría en el CONALEP.

El Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica, (CONALEP) se creó mediante decreto presidencial el 27 de diciembre de 1978 a propuesta del entonces secretario de Educación Pública, Fernando Solana (CONALEP, Pag. Web, 2005), y cuyo objetivo principal se orientó a la formación de profesionales técnicos de nivel medio superior. Este objetivo es indicativo de qué tipo de necesidades se requerían atender y bajo qué estrategia.

En el lapso en que el CONALEP fue creado, México estaba en la última etapa (1970 – 1982) del llamado Modelo Económico de Sustitución de Importaciones o Industrialización por Sustitución de Importaciones el cual, como su nombre lo indica, estaba basado en propiciar el desarrollo industrial del país:

*“... se fomentó una política de sustitución de importaciones (para acelerar) la inversión industrial, principalmente para el mercado doméstico, con control estatal de los precios del mercado y con barreras a la entrada y al acceso al financiamiento y las importaciones... (que permitiera)... asegurar la expansión de las industrias que se habían desarrollado durante la segunda guerra mundial...”.*(Vargas, 1998)

Bajo este programa, que al final fracasó, México se enfrentó a la necesidad de absorber y adaptar tecnología extranjera, lo que conllevaba el empleo de técnicos calificados que dominaran tanto el manejo como el mantenimiento de esta tecnología cuyos requerimientos, sin embargo, no podían ser atendidos en lo inmediato por el sistema de educación superior existente:

*"...el crecimiento y modernización tecnológica de las industrias rebasó la posibilidad y la capacidad de la educación superior para suministrar personal familiarizado con la tecnología importada"(Vargas, 1998).*

No es que la educación superior no estuviese a la altura para la formación de profesionistas que dominaran esas tecnologías, sino que su proporción no era la adecuada para las formas de producción que el modelo exigía *"A principios de la década de los setenta, la industria mexicana requería cada vez más técnicos en muchas especialidades, ya que se contaba solamente con un técnico por cada cinco ingenieros, cuando la proporción debería ser a la inversa, como los señalaban diversos estudios del sector productivo"* (CONALEP, Pag. Web, 2005). Esta desproporción implicaba varias situaciones, la más evidente era la de no cubrir un hueco en la cadena de responsabilidades en el área de producción entre el profesionista y el obrero, vacío que muchas veces se ocupaba con egresados de licenciatura o trabajadores empíricos, no siempre con resultados satisfactorios. La oferta de educación profesional técnica surgió a partir de los requerimientos del sector productivo en cuanto a la formación de personal cualificado que cubriese las necesidades y condiciones industriales del país.

### **Desarrollo del CONALEP**

El 10 de septiembre de 1979 iniciaron sus labores académicas los primeros siete planteles, cinco de los cuales estaban situados en el área metropolitana de la ciudad de México. Para 1982, a sólo 4 años de su creación, el CONALEP contaba con 161 planteles localizados en todos los estados de la República, atendiendo una población de 80 mil estudiantes e impartiendo 74 carreras diferentes.

Actualmente es una Institución federalizada, con 264 planteles distribuidos en las principales zonas industriales del país. Para el lapso 2003 – 2004 la población atendida fue de 211,660 alumnos distribuidos en 29 carreras nacionales y 11 regionales, que multiplicadas por el número de planteles que las imparten se derivan en 833 programas – plantel (CONALEP, *Modelo Institucional de Calidad Acreditada y Certificada*, 2004).

Además de la parte académica, el CONALEP brinda varios servicios, entre los que destacan aquellos enfocados a atender a la comunidad, como son: capacitación para el autoempleo, asesoría técnica para la generación de proyectos productivos, impartición de servicios de salud, desarrollo de actividades para el mejoramiento de la infraestructura y espacios de convivencia en las comunidades beneficiadas, así como el apoyo a personas con capacidad diferenciada (CONALEP, Pag. Web, 2005).

## 1.2 La Educación Profesional Técnica

Si se requería cubrir el eslabón entre profesionista – obrero, se entiende que no era suficiente con la existencia de obreros especializados o calificados, como puede ser el caso de mecánicos, electricistas, carpinteros o laboratoristas, pues estos se desempeñaban en la industria, pero no satisfacían el perfil y la demanda de personal técnico requerido. Siendo esta la situación ¿cuál es el perfil que debe cumplir un Profesional Técnico?

Desde mi perspectiva, la Educación Profesional Técnica no debe entenderse como la capacitación en algún oficio, sino como una formación primordial en determinada área industrial o de servicios que abarca tanto el aspecto tecnológico (*cómo es*), el científico (*porqué es*) y el humanístico (*para qué es*), pero con un nivel cognitivo menor al de una licenciatura. Esto tiene como objetivo el disponer de personal capacitado en el menor tiempo posible, pero con limitantes del nivel de conocimiento. Por mencionar un aspecto: al técnico se le puede capacitar en el manejo de solventes orgánicos, puede distinguir la naturaleza de cada sustancia, pero no conoce la síntesis orgánica para obtener tales solventes, ni mucho menos los mecanismos de reacción propuestos o involucrados en dicha síntesis.

Otro aspecto importante a destacar es la unifuncionalidad, ya que mientras el profesionista debe cubrir, desde mi entender, una amplia gama de posibilidades, que van desde aspectos administrativos en su área hasta de investigación, el profesional técnico sólo cubre el aspecto sobre el que fue capacitado.

De esta forma, en el CONALEP "... las competencias laborales o profesionales se complementan con competencias básicas y clave que refuerzan la formación tecnológica y fortalecen la formación científica y humanística... (que habilita al alumno)... para la incorporación al mundo productivo, confiriéndole flexibilidad laboral y adaptabilidad tecnológica...". (CONALEP, Pag. Web, 2005)

Si para el sector productivo se satisfacen los requerimientos de personal calificado en el mínimo de tiempo posible, para el individuo se abre la posibilidad de acceder a una formación que le permita su incorporación al campo laboral sin tener que cursar una licenciatura. No obstante, en el caso del CONALEP no se cancela esa alternativa, pues con la reforma académica 2003 (se expone a continuación) se integran tanto la formación técnica como la de bachillerato en lo que se denomina Profesional Técnico – Bachiller (PT-B).

### **La reforma académica 2003**

Hasta el año 2003, con algunas modificaciones y cambios de planes, el programa de estudios del CONALEP era tradicional en cuanto a su dinámica: El alumno que ingresaba al CONALEP, en seis semestres cursaba una carrera técnica y si lo deseaba, podía concluir su bachillerato mediante un programa opcional llamado PROCEIES (Programa de Complementación de Estudios para el Ingreso a la Educación Superior). A partir del año 2003 se implementa la reforma académica que básicamente pretende lograr dos objetivos:

- I. Cambiar el perfil del egresado de Profesional Técnico a Profesional Técnico–Bachiller.
- II. Proporcionar varias "formaciones terminales" durante el desarrollo de los estudios, ya sea para que el alumno que los abandone, por las razones que sean, pueda tener una formación mínima en alguna especialidad, o para quien desee capacitarse específicamente en alguna especialidad no tenga que cursar los seis semestres de la carrera de P.T. – Bachiller.

El primer objetivo incorpora a la currícula, de manera estructural y obligatoria, las asignaturas para complementar la formación del alumno como bachiller además de Profesional Técnico. Esto le permitirá acceder a otro nivel de estudios ya sea Licenciatura o las modalidades de Técnico Superior Universitario (TSU) o Profesional Asociado (PA): *"... el ingreso a estudios de nivel superior por parte del Profesional Técnico-Bachiller, se dará de manera natural y preferente hacia las licenciaturas afines a su especialidad o campo profesional de la carrera de educación media superior que estudió. En caso de optar por licenciaturas de otra área, el Profesional Técnico-Bachiller podrá complementar su formación de manera autodidacta o bien, cursando los módulos adicionales que sean necesarios de acuerdo al nuevo campo disciplinario hacia el cual desea transitar el egresado"*(CONALEP, Pag. Web, 2005)

Para egresar como Profesional Técnico – Bachiller se requiere:

- Acreditar los Módulos que cubren las 3780 horas de instrucción (seis semestres) contemplados en el plan de estudios. Adicionalmente se deberán cumplimentar 480 horas de servicio social, que si se realizan bajo la modalidad de proyecto pueden validarse como prácticas profesionales (CONALEP, Pag. Web, 2005)

El segundo objetivo es muy interesante, pues pretende dotar al alumno de una formación mínima certificada según el lapso que haya cursado. De esta forma existen dos modalidades de capacitación mínima: Técnico Auxiliar y Técnico Básico:

❖ Técnico Auxiliar:

- El nivel académico intermedio de técnico auxiliar o equivalente se puede obtener al haber acreditado los módulos correspondientes a los dos primeros semestres de estudios (CONALEP, Pag. Web, 2005).

❖ **Técnico Básico:**

- El nivel académico intermedio de técnico básico o equivalente se puede obtener al haber acreditado los primeros cuatro semestres de estudios (CONALEP, Pag. Web, 2005).

Para el caso de la carrera de PT - B en Química Industrial los niveles de egreso son:

- ❖ Técnico Auxiliar en Análisis Químicos (2 semestres)
- ❖ Técnico Básico en Procesos Químicos (4 semestres)
- ❖ Profesional Técnico – Bachiller en Química Industrial (6 semestres)

### **1.3 El Profesional Técnico en Química Industrial.**

¿Qué es un Técnico en Química Industrial? Para el CONALEP, el perfil del egresado debe cubrir, entre otros aspectos, los siguientes (CONALEP, Pag. Web, 2005):

- ❖ Realizar análisis químicos
- ❖ Manejar y aplicar los avances tecnológicos de material, de equipo y de sistematización
- ❖ Realizar y supervisar el control de calidad de materia prima, producto en proceso y producto terminado
- ❖ Verificar y controlar el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales de calidad, higiene, seguridad y ecología en los procesos químicos
- ❖ Supervisar y operar los procesos químicos desde su planeación hasta su aceptación, así como su interpretación de resultados
- ❖ Participar en la elaboración de materiales técnico administrativos
- ❖ Operar, supervisar y administrar los programas de mantenimiento, seguridad e higiene y medio ambiente, en la industria química

A primera vista, pareciera ser que el potencial del Profesional Técnico en química industrial es demasiado extenso; no obstante, es importante considerar dos cosas: el

nivel cognitivo y su campo de aplicación. El primero requiere solamente conocer, identificar y aplicar, mientras que el segundo se circunscribe al ámbito industrial. De esta manera su formación le permite, por ejemplo, supervisar y operar procesos, pero difícilmente diseñarlos.

Retomando la pregunta inicial, un Profesional Técnico en Química Industrial es, desde mi perspectiva, el personal con la capacitación práctica en técnicas de análisis químico e interpretación de datos para controlar y supervisar una o varias etapas de un proceso, que le permitan resolver *en lo inmediato* las contingencias que pudieran ocurrir y, cuando no sea así, sistematizar y canalizar la información de primera mano a los responsables o a las instancias correspondientes.

#### **1.4 Plan de estudios P. T. – Bachiller en Química industrial.**

Si el Profesional Técnico requiere desde elementos de análisis químico hasta conocimiento de normatividad, lo que debe proceder a analizarse es el plan de estudios en donde están planificadas las asignaturas, los tiempos y la distribución de la currícula que le permitirán adquirir el perfil esbozado anteriormente.

En la página 14 se presentan los módulos por semestre y tipo del Plan de Estudios de la Carrera de P.T. – Bachiller en Química Industrial. El primer acercamiento para su análisis será de forma técnica, para conocer tanto las claves como la forma en la que está estructurado.

#### **Nomenclatura del Plan de Estudios**

❖ **Módulos:** Se le llama de esta forma a las asignaturas propiamente dichas, la concepción modular pretende darle flexibilidad al mismo tiempo que integra en la formación tres componentes fundamentales del conocimiento: tecnológico, científico y humanístico. Los módulos se dividen, a su vez, en dos bloques: **Módulos Autocontenidos (MA)** y **Módulos Integradores (MI)**.

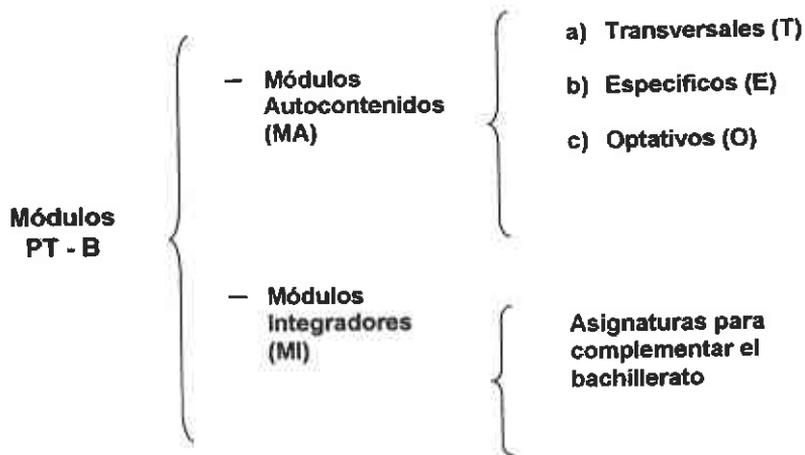
➤ **Los Módulos Autocontenidos:** Son las asignaturas que soportan la formación ocupacional, con la característica de aportar a ésta los elementos teóricos y prácticos que proporcionan al alumno las herramientas para un óptimo manejo de los alcances tecnológicos, científicos, humanísticos, sociales y culturales (CONALEP, Pag. Web,2005) de su formación en el medio en que se incorpore. Estos módulos a su vez se clasifican en **Módulos Autocontenidos Transversales (MAT), Específicos (MAE) y Optativos (MAO).**

- **Módulos Autocontenidos Transversales (MAT):** Son aquellas asignaturas que se comparten con carreras afines y se pueden ubicar en cualquiera de los seis semestres. No son asignaturas que puedan denominarse de tronco común, sino que por su carácter amplio, sirven lo mismo para carreras diferentes.
- **Módulos Autocontenidos Específicos (MAE):** Son las asignaturas específicas de la carrera y proporcionan la formación ocupacional disciplinaria en una área específica.
- **Módulos Autocontenidos Optativos (MAO):** Tienen como finalidad atender las necesidades regionales de la formación ocupacional, a través de ellos, es posible que el alumno tenga la oportunidad de cursar un módulo de otra especialidad y que le sea compatible y acreditarlo como módulo optativo. (CONALEP, Pag. Web,2005).

❖ **Módulos Integradores:** Son las asignaturas que proporcionan a los alumnos los conocimientos científicos y humanísticos de carácter básico y propedéutico, que complementen la formación como bachiller y que le permite la continuación de estudios de nivel superior.

El siguiente esquema representa la estructuración de los módulos:

Clasificación de módulos del P.T.-Bachiller



La siguiente tabla presenta únicamente la distribución de módulos concernientes a la enseñanza de la química por semestre y tipo en la carrera de PT- B en Química Industrial, no se consideran los módulos transversales MAT, porque no tienen relación directa con la enseñanza de la Química:

**Tabla 1. DISTRIBUCIÓN DE MÓDULOS POR SEMESTRE Y TIPO**

| I SEMESTRE   |     |
|--|-----|
| TECNOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA                  | MAE |
| NORMAS TÉCNICAS DEL ANÁLISIS DE LOS MATERIALES               | MAE |
| II SEMESTRE  |     |
| MANEJO DE INSTRUMENTAL Y EQUIPO DE LABORATORIO DE ANÁLISIS   | MAE |
| ANÁLISIS QUÍMICO CUALITATIVO                                 | MAE |
| ANÁLISIS BIOQUÍMICOS   | MAO |
| III SEMESTRE   |     |
| ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO                                | MAE |
| OPERACIÓN DE EQUIPO EN LOS PROCESOS FÍSICOS DE SEPARACIÓN    | MAE |
| ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS                                       | MAO |
| IV SEMESTRE  |     |
| OPERACIÓN DE EQUIPO EN LOS PROCESOS QUÍMICOS DE PURIFICACIÓN | MAE |
| PROCESOS EN EL BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA                  | MAE |
| V SEMESTRE   |     |
| PROCESOS DE FERMENTACIÓN QUÍMICA                             | MAE |
|  | MI  |
| VI SEMESTRE  |     |
| CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS QUÍMICOS TERMINADOS          | MAE |
| CONTROL AUTOMATIZADO DE PROCESOS QUÍMICOS                    | MI  |

MAE: Módulo Autocontenido Específico  
 MAO: Módulo Autocontenido Opcional

MI: Módulo Integrador

## **La importancia de los módulos y su ubicación para la enseñanza de la química en el CONALEP.**

Al analizar los módulos y su ubicación en el plan de estudios se detectan situaciones como las siguientes:

- I. En el primer semestre, de inicio, se enfrenta al alumno con los módulos de *Tecnología del Análisis de la Materia Prima* y *Normas Técnicas del Análisis de los Materiales*, que requieren habilidades mínimas para el manejo de instrumental, equipo de laboratorio e interpretación de datos.
- II. En el segundo semestre, cuando al alumno se le está introduciendo al trabajo en el laboratorio mediante el módulo de *Manejo de Instrumental y Equipo de Laboratorio*, tiene ya que cursar las asignaturas de *Análisis Químico Cualitativo y Análisis Bioquímicos*.
- III. Por último, el módulo que debería proporcionar el fundamento teórico para toda la carrera, el módulo de *Química*, se imparte hasta el quinto semestre y es del tipo integrador, es decir, no es específico para los alumnos de Química Industrial, sino que se imparte de manera general para todas las carreras.

¿Cómo influye esto en la enseñanza de la química a este nivel? Al esperar del alumno habilidades y conocimientos que aún no se le han impartido con la profundidad y en el momento requerido, el alumno se siente desorientado y sin los elementos para poder explicar fenómenos que está observando o sobre los que se le cuestionan. Esto le puede producir desde frustración hasta la elaboración de errores conceptuales. Por ejemplo, en la práctica sobre uso de indicadores ácido – base (realizada en primer semestre), el alumno cree que el cambio de coloración se produce en la sustancia y no en el indicador y espera, leyendo la escala de pH, que los ácidos o bases tengan la coloración al pH indicado. De esta forma no entiende por qué una solución de HCl que

tiene un pH de 2 medido con un potenciómetro, no es de color rojo como lo indica la escala, pues *como es corrosivo, por lo tanto debe ser rojo*.

Desde mi parecer, la forma en que están distribuidos los módulos de la carrera induce al estudiante a apoyarse en su conocimiento previo, sin saber si éste está sustentado con las bases científicas correctas. Esta situación muchas veces le lleva a generar concepciones erróneas sobre lo que está aprendiendo, incidiendo al final en una deficiente formación académica y profesional.

## 2. IDEAS PREVIAS Y LA EDUCACIÓN PROFESIONAL TÉCNICA

### 2.1 Ideas previas y su contexto

En principio, la función de la educación técnica es la de formar individuos con ciertas habilidades o capacidades en determinada área y con los conocimientos básicos más enfocados al *cómo* que al *porqué* de las cosas. Esto tiene una razón de ser, la intención es formar personal, que en un lapso mínimo, adquiera los conocimientos suficientes para atender las necesidades inmediatas del sector productivo. No obstante, la enseñanza de la Química con este enfoque no se hace más funcional o sencilla, como cabría suponer, si asumimos que el nivel cognitivo es inferior al de una licenciatura. Por ejemplo, quizá no es importante explicar a este nivel las diferentes teorías ácido – base (*Arrhenius, Brønsted*) sino usar aquella que mejor se adecue a la experiencia del alumno, haciendo énfasis en la capacidad de éste para distinguir un ácido de una base y sepa cómo tratarlos. Sin embargo, este enfoque no libera a la docencia en Química de los problemas más comunes en su enseñanza. Al contrario, en algunos casos los hace más agudos, puesto que a veces se espera, por parte del docente, una actitud diferente en el alumno de CONALEP, dado que se parte del supuesto de que si está estudiando una carrera técnica posee, por lo menos, una *formación preinstruccional* básica (Treagust, 2000) o, por lo menos, un poco más sólida que la del estudiante de bachillerato no técnico. La mayoría de las veces no es así.

Muchos son los factores que se involucran en la enseñanza de las ciencias, entre los que destacan los psicológicos, metodológicos, didácticos y los epistemológicos. Particularmente la Química se enfrenta a problemas y prejuicios que dificultan su enseñanza y aprendizaje. Entre estos, el principal es el de estigmatizarla, junto a la Física y a las Matemáticas, de *difícil* además de *aburrida*. Esto en parte puede justificar lo complicado que puede llegar a ser el enseñar Química, pero no es el principal problema a considerar. Otra situación a tomar en cuenta es la carencia de recursos económicos y materiales, necesarios para la docencia de ciencias experimentales, como lo es la Química, más aún en una carrera de tipo técnico.

No obstante lo anterior, este trabajo se centrará en identificar específicamente uno de los elementos que presenta el alumno como copartícipe en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias y que, como ha mencionado Campanario (2000) su desconocimiento “...*dificulta enormemente el aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los alumnos*”. Este conjunto de causas inherentes al alumno son diferenciadas en las siguientes categorías (Campanario, 2000): lo que los alumnos **saben** (ideas previas), **saben hacer** (estrategias de razonamiento), **creen** (concepciones epistemológicas) y **creen saber** (metacognición).

Acorde a lo desglosado anteriormente, esta investigación se basará en identificar y analizar lo relativo al conocimiento previo de los alumnos del cuarto semestre de la carrera de Química Industrial del CONALEP, conocido como *ideas previas, esquemas o concepciones alternativas o preconcepciones*. En este trabajo se empleará indistintamente las diferentes denominaciones teniendo en cuenta que todas hacen referencia al “*complejo proceso conceptual que implica construir nociones o concepciones*” (CCADET, Pag. Web.,2005)).

### **Contexto histórico**

Las referencias a las concepciones alternativas no son tan novedosas como pudiera pensarse. Ya en fecha tan temprana como 1938 se hacía mención explícita de ellas:

*“A menudo me ha sorprendido el hecho de que los profesores de ciencias, más aún que los demás si cabe, no entienden que no se comprenda. No han reflexionado sobre el hecho de que los adolescentes llegan a clase con conocimientos empíricos ya constituidos (subrayado mío); se trata pues, no de adquirir una cultura experimental, sino de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana”. (Bachelard, 1938. Citado por Carrascosa, 2005).*

Es hasta el fin de la década de 1970, cuando se inicia una investigación más intensa al respecto, citándose el dato (Campanario, 2000) de que hasta 1994, la edición de ese

año de la recopilación hecha por Pfundt y Duit (Pfundt, 1994. Citado por Campanario, 2000) recoge más de 3600 referencias al tema.

Podría pensarse ante tal volumen de trabajo que el tema está agotado o, si cabe la expresión, resuelto; sin embargo esto no es así, pues llama la atención que aún en fechas tan recientes como 2005 se señale que *"cada vez más se reclama un marco interpretativo de las concepciones de los estudiantes... (que) responda a multitud de preguntas como, por ejemplo: ¿De dónde proceden?, ... ¿sobre qué factores hay que incidir para favorecer el cambio conceptual?"* (Carrascosa, 2005), lo que sugiere que el tema ha sido abordado exhaustivamente desde el aspecto descriptivo, pero aún falta elaborar un marco de interpretación y de intervención para trabajar al respecto.

En el presente trabajo, al hacer uso de cualquiera de las acepciones con las que nos referiremos al conocimiento previo de los alumnos, deberán entenderse como *"construcciones (intelectuales) que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales, bien porque esa interpretación es necesaria para la vida cotidiana o porque es requerida para mostrar cierta capacidad de comprensión..."* (CCADET, Pag. Web, 2005). En este punto es necesario explicitarse en el término *intelectual*, pues hay que distinguir un proceso de este tipo de uno de índole puramente mental. Un proceso mental es aquel que no necesariamente requiere la acción consciente del individuo; sino que puede realizarse incluso de manera automática o sin una metodología de razonamiento, de ahí que muchas veces se use la expresión *"lo hice de manera inconsciente"*. Un proceso intelectual, en cambio, sí requiere la elaboración consciente del individuo, el uso de una metodología de razonamiento y la interacción de ideas, conceptos y definiciones para desarrollar un nivel más elaborado de conocimiento. En ese sentido las concepciones alternativas, como construcciones intelectuales, cumplen un papel fundamental en la aprehensión y comprensión del mundo por parte del sujeto, pues en principio permiten explicar fenómenos, predecir acontecimientos futuros (Bañas, 2003) e integrar un conjunto de conocimientos rudimentarios que le permitan al individuo tomar conciencia de sí mismo como un ente *racional* que puede explicarse el mundo que le rodea.

Dado el papel que desempeñan las ideas previas en la construcción del conocimiento inmediato para el individuo, no es raro que presenten características comunes. De estas podemos resaltar las siguientes (Bañas, 2003):

- Se desarrollan desde edades muy tempranas.
- Van del pensamiento perceptivo al conceptual.
- Tienen cierta coherencia interna.
- Resaltan más las propiedades de los objetos que la interacción entre sistemas.
- Destacan el pensamiento causal. El pensamiento se centra más en los cambios que en los estados de equilibrio.
- En algunos casos, son compartidas por jóvenes y adultos.
- A veces, tienen un cierto paralelismo con ideas científicas vigentes en algunas etapas anteriores de la historia del conocimiento científico.
- Son persistentes y muy resistentes al cambio, en mayor grado cuanto mayor sea su base experimental.
- Pueden ser espontáneas, es decir surgen de un modo natural en la mente de los estudiantes, debidas a la instrucción, el lenguaje o al ambiente social y cultural.
- Tienen cierto grado de universalidad, aunque influido por los diferentes contextos culturales.

## **2.2 Ideas previas como construcción del conocimiento**

Es claro que las ideas previas influyen en el aprendizaje de las ciencias, y lo que las hace muy interesantes de investigar, es el mecanismo que las elabora y el uso que se puede hacer de él para desarrollar nuevo conocimiento. No se pretende aquí abordar las teorías que intentan explicar cómo es que los alumnos desarrollan sus preconcepciones, sino más bien ubicar aquellos factores que inciden en el desarrollo de éstas y discernir de qué manera influyen en la reelaboración de nuevos conceptos o conocimientos.

Aunque pueden ser múltiples y diversos los factores que intervienen en el desarrollo de las ideas previas, los más generales son: las experiencias y observaciones de la vida diaria, la escuela y los profesores, los libros y materiales escritos, el lenguaje cotidiano, los medios de comunicación, (Albaladejo y Caamaño, 1992, y Pozo, 1996; citados por Bañas, 2003) e, indudablemente, el entorno familiar.

A continuación, se expondrá cada uno de estos elementos para analizar de qué manera se produce su influencia en la construcción del conocimiento previo del alumno.

- ❖ **Las experiencias y observaciones de la vida diaria.** La curiosidad es quizá el elemento principal que lleva al individuo a indagar cómo es el mundo que le rodea. De sobra está decir que también este es un estímulo importante en la investigación científica; así pues, al tomar conciencia del mundo exterior, el individuo necesita explicarse de la manera más sencilla porqué y cómo es que ocurren los fenómenos naturales que de alguna forma llamaron su atención. Si esa explicación satisface la curiosidad o resuelve la duda, se arraigará como elemento importante en el sistema de comprensión de la naturaleza que el individuo está desarrollando, aunque dicha explicación sea distinta, e incluso contradictoria, con la explicación científica que a posteriori conozca el alumno.

En este punto se puede hablar de la construcción fenomenológica de la idea, pues es a partir de los sentidos como se percibe el mundo y sus relaciones. Y de estos, sin duda, el más versátil para percibir información es el de la vista, pues los cambios son más evidentes mediante imágenes. De esta forma lo que cimienta la elaboración de ideas previas es la relación de imágenes y la explicación que el individuo, según su nivel de conocimiento, se haga de las mismas. Así un niño puede explicarse la noche de esta forma:

*"La oscuridad en la noche se produce por la sombra de las montañas cuando el sol se oculta tras de ellas."*

Aquí se empieza a gestar lo que algunos autores llaman la *"metodología de la superficialidad"* (Gil, Carrascosa, Furió y Mtnz-Torregosa, 1991. citados por Furió, 2000) la que se caracteriza por *"la rapidez en extraer conclusiones a partir de unas pocas observaciones... o en aceptar como verdades absolutas evidencias de sentido común asumidas en la cultura cotidiana"* (Furió, 2000).

- ❖ **El lenguaje cotidiano.** El lenguaje escrito u oral es la forma primordial de comunicación. En el lenguaje cotidiano, común, las palabras reflejan las vivencias y las impresiones de la vida diaria, *nos comunican experiencias* de forma inmediata y es por eso que muchas palabras llevan implícitas preconcepciones que el alumno asimila como tal. Por ejemplo, al tratar de explicar el concepto de pureza de una sustancia, el alumno lo refiere a aquello no contaminado *microbiológicamente*; así el agua de garrafón es pura en contraste con el agua de la llave aunque ambas tengan sales disueltas. De igual forma el concepto de algo "químico" se entiende como adulterado o no natural; lo mismo se cumple con el concepto de *orgánico*, entendiéndose éste como "proveniente de un ser vivo" o "contrario" a algo químico. Así las cosas, es a través del lenguaje como se asumen muchas preconcepciones, dada la interpretación que se hace de una palabra o concepto según *"... la capacidad de comunicación – acuerdo entre iguales – de esa interpretación"* (CCADET, Pag. Web,2005)) con la que el individuo puede desarrollar cierta identidad con quienes comparten o construyen sus preconcepciones. Pero aún hay más. En el lenguaje cotidiano una sola palabra tiene diferentes acepciones, así para decir algo hay que considerar el contexto y el significado de lo que se quiere expresar. Sin embargo, al enseñar ciencia frecuentemente no se hace esta distinción (Treagust, 2000) y se pretende que el alumno aprenda conceptos científicos con palabras que a él le señalan o significan otra cosa. En un examen sobre ácido-base, por ejemplo, se le cuestionaba al alumno sobre el concepto de base en los siguientes términos:

*"Da la definición de lo que es una base"*

Una de las respuestas fue:

*"Base es todo aquello en lo que se asienta algo"*

La influencia del lenguaje indica que, a la par de considerar al alumno como parte del proceso de enseñanza aprendizaje circunscrito al medio escolar, es necesario reconocerlo como un individuo que forma parte de un núcleo social como la familia, los amigos, etc. en cuyo seno comparte una cierta visión del mundo que le es necesaria para integrarse y convivir, y que le es transmitida en una parte considerable a través del lenguaje. Es en esa visión del mundo en dónde lo que llamamos "*sentido común*" le permite elaborar sus primeras explicaciones de los fenómenos naturales que devienen en ideas previas:

*"Sólo lo que puedo percibir (tangible) tiene peso, lo que no puedo percibir (intangible) no pesa"*

- ❖ **Los medios de comunicación.** Si hay un serio competidor a la educación en todos los ámbitos, no sólo en el científico, son los medios de comunicación masivos (mass - media), principalmente la televisión y ahora internet, ya que transfieren información de forma directa, muchas veces sin analizarla o corroborarla, y con profusión de imágenes. Lo que algunos autores llaman la "tiranía de la imagen" (Ramonet, 1998), es más que patente en el caso de la televisión: "*si hay imágenes y salió en la tele, entonces es cierto*". Cómo explicar la perdurabilidad de la idea de la convivencia entre humanos y dinosaurios, si no es a través de la emisión de películas o comerciales donde se presentan a ambas especies en una misma era. O cuando los noticieros comunes se avocan a dar "explicaciones" de alguna nota científica; por ejemplo, un noticiero nacional informaba de la presencia de metano en la superficie del planeta Marte, pero con la novedad de que era *¡gas líquido!*.

Mención aparte requiere la influencia que tienen las series o programas de *súper héroes*, en donde las leyes de la Física o de la Química son violadas siempre en

beneficio del héroe. ¿Cómo competir contra esta deformación o simplificación absurda de la información científica?

- ❖ **El entorno familiar.** Es claro que la formación e información inmediata que recibimos se da en la familia. En la mayoría de los casos, los alumnos del CONALEP provienen de núcleos familiares donde el nivel educativo es elemental: primaria o secundaria concluida. Esto conlleva dos situaciones: una en donde el marco de referencia es limitado por la poca formación científica de las personas con quienes convive el alumno, otra en donde la explicación supersticiosa o prejuiciada de los fenómenos naturales es la respuesta a la curiosidad del niño.
- ❖ **La escuela y los profesores.** Como profesor hasta que no conocí la existencia de las ideas previas, no reflexioné en el *cómo* he aprendido y enseñado ciencia. Es preocupante, por ejemplo, reconocer que en el medio docente del CONALEP no tenemos conocimiento de las ideas previas de los alumnos y *de nosotros mismos*, y sólo las llegamos a comentar como anécdotas o respuestas ocurrentes en los exámenes, y se atribuyen más a distracciones o confusiones, que a formas de cómo se explica el alumno aquellos fenómenos naturales que ha observado antes y sobre los que ahora se le cuestiona. Si el que enseña no está consciente de las ideas previas de sus alumnos y de las suyas propias ¿cómo puede encauzar la enseñanza de la Química para modificar tales preconcepciones?.

Aunque en principio para enseñar Química es necesaria una sólida formación científica, esto no es suficiente para enfrentarse a las ideas previas (Carrascosa, 2005), ya que no son un fenómeno exclusivamente académico, sino pedagógico y didáctico; por lo tanto, pensar que las dificultades que presentan los alumnos para aprender Química es por que *no saben nada de Química*, es adoptar una estrategia equivocada como la de impartir cursos "propedéuticos" (en el CONALEP les llaman "*remediales*"), que siguen sin considerar el conocimiento previo que el alumno ya posee. Peor aún si la situación que prevalece es aquella en donde el

profesor transmite sus ideas previas al alumnado, por ejemplo, en temas susceptibles a ello como el enlace o equilibrio químico (Riboldi, 2004)

- ❖ **Los libros y materiales escritos.** Aunque podría pensarse que los libros para este nivel están exentos de preconcepciones, muchas veces no es así, puesto que algunos materiales no son escritos por especialistas, sino por profesores que sólo trasladan su experiencia docente a un libro y emplean ejemplos o explicaciones en donde subyacen ideas previas. Por ejemplo, en el curso para profesores del CONALEP "Ética en los espacios educativos" en el ejercicio titulado "Industria traga personas" se insiste en la idea de que algo químico es igual a adulterado o dañado, pues en la última parte del ejercicio se lee: "*...se les entrega un producto químico, desnaturalizado, que aunque es igual al original (subrayado mío) ya no tiene sus auténticas propiedades... ha perdido su esencia*". Con esta idea, el etanol obtenido por hidratación de eteno es diferente al obtenido por fermentación de azúcares.

### 2.3 Ideas previas y la educación técnica

Cómo se mencionó al inicio, el nivel cognitivo de la enseñanza de la Química a nivel técnico es menor que al requerido por una licenciatura; sin embargo, es cualitativa y cuantitativamente mayor (ver tabla 1, *Distribución de módulos por semestre y tipo*, página 14) a como se enseña en un bachillerato tradicional. Esto no significa que la educación técnica se base en la saturación o en la repetición automática de técnicas o métodos, que sólo adiestren al alumno en el manejo de materiales y sustancias para lo que no es necesario *saber lo que el alumno ya sabe*, sino basta con asegurarse de que lo que se le enseña lo memorice. Al contrario, considero que es muy importante trabajar con las concepciones alternativas de los estudiantes de educación técnica, pues al no profundizar en los conceptos con el rigor y nivel que requiere la educación superior, es muy probable que la formación del alumno lo lleve a asumir como correctos *errores conceptuales* producto de sus ideas previas, lo que incidirá en buena medida en una deficiente o superficial formación química (Carrascosa, 2005).

Por otro lado, en la práctica docente del CONALEP, al enfrentar de inicio al alumno con fenómenos de los que se *supone ya debe saber algo* (con titulaciones ácido – base, por ejemplo), pero de los que desconoce los fundamentos, en lugar de incidir en el proceso de cambio conceptual basado en sus concepciones alternativas, se produce, desde mi perspectiva, un reforzamiento de las mismas, pues el alumno no tiene otras teorías de qué echar mano sino las que le han funcionado siempre. Así, en lugar de encaminarlo en la construcción de nuevo conocimiento, se consolida el fundamentado en ideas previas. Esto se evidencia cuando se detectan preconcepciones muy persistentes y simples en alumnos de semestres avanzados cuando ya han cubierto la mayoría de las asignaturas de la curricula de Química.

Para empezar a modificar las preconcepciones del alumnado (y de los maestros también), es condición *sine qua non* el conocimiento y conciencia de tales ideas para diseñar estrategias pedagógicas que coadyuven a una mejor enseñanza de la Química a nivel técnico. El primer paso en el proceso de conocer las ideas previas de los alumnos, es la recopilación de información con la que se pueda hacer un análisis más detallado de qué y cómo se explican algunos fenómenos los alumnos del CONALEP. Para ello se requieren instrumentos diseñados para tal fin.

En el siguiente capítulo se expondrá la génesis y desarrollo de un cuestionario aplicado a alumnos de cuarto semestre de la carrera de Química Industrial del CONALEP, así como los resultados y conclusiones, obtenidos de la aplicación de dicho instrumento, diseñado para la detección de concepciones alternativas del alumnado.

### **3. IDEAS PREVIAS EN ALUMNOS DE CUARTO SEMESTRE DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

#### **3.1 Metodología de investigación**

La Identificación de las ideas previas es el primer paso para empezar a trabajar sobre ellas, con esta visión se plantearon dos objetivos inmediatos:

- ❖ Diseñar, probar y adecuar un instrumento de detección.
  
- ❖ Descubrir la persistencia de estas ideas en estudiantes de Química Industrial.

La población estudiada estuvo conformada por dos grupos de 25 alumnos cada uno, que al momento de la evaluación cursaban el cuarto semestre de la carrera de Química Industrial en el turno vespertino. La aplicación se realizó en el plantel Tlalpan II del CONALEP y de manera simultánea a ambos grupos. El tema seleccionado fue cambios físicos y químicos.

#### **Características del instrumento de detección**

Se escogió como instrumento el cuestionario por considerarlo más adecuado para aplicarlo a muestras grandes. La estructuración del mismo, se realizó tomando como modelo una experiencia aplicada a estudiantes de segundo semestre de la Facultad de Química de la UNAM (Flores, S. 1996), combinando preguntas de opción múltiple con la justificación de las respuestas, de igual manera se consideró lo planteado por Carrascosa (2005): *"... el diseño de este tipo de cuestiones (opción múltiple), se realiza cuando se conoce ya la existencia de determinadas concepciones alternativas y se desea disponer de algún dato cuantitativo, por ejemplo, en cuanto a su incidencia en un colectivo en un momento dado..."*.

Siguiendo lo anterior, los reactivos se elaboraron tomando como base las respuestas a ejercicios, exámenes y reportes recabados en cursos anteriores y en donde se manifestaban ideas previas. La peculiaridad de justificar la opción se incluyó para

inducir al alumno a una respuesta más elaborada y evitar, en la medida de lo posible, la contestación mecánica o copiada. La redacción de los reactivos se hizo pretendiendo claridad y sencillez, que permitiera una cabal comprensión de lo que se preguntaba, por esta razón, en algunos casos se emplean palabras o términos usados coloquialmente por los alumnos, para que sus preconcepciones se reflejaran en las respuestas.

Al momento de la aplicación del cuestionario la población encuestada había concluido el cuarto semestre de la carrera. En este punto el alumno ya ha cursado la etapa correspondiente a su formación química, como se indica en la siguiente tabla:

**TABLA 2. ASIGNATURAS CORRESPONDIENTES A LA FORMACIÓN QUÍMICA DEL ALUMNO**

| <b>ÁREA</b>              | <b>ASIGNATURA</b>   | <b>SEMESTRE</b> | <b>COMPETENCIAS</b>                                     |
|--------------------------|---|-----------------|---|
| <b>QUÍMICA ANALÍTICA</b> | <b>TECNOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA</b>                  | <b>PRIMER</b>   | <b>TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE MATERIA PRIMA</b>            |
|                          | <b>NORMAS TÉCNICAS DEL ANÁLISIS DE LOS MATERIALES</b>               | <b>PRIMER</b>   | <b>APLICACIÓN DE NORMATIVIDAD PARA ANÁLISIS QUÍMICO</b> |
|                          | <b>ANÁLISIS QUÍMICO CUALITATIVO</b>                                 | <b>SEGUNDO</b>  | <b>TÉCNICAS Y MATERIAL DE ANÁLISIS CUALITATIVO</b>      |
|                          | <b>ANÁLISIS QUÍMICO CUANTITATIVO</b>                                | <b>TERCERO</b>  | <b>TÉCNICAS Y MATERIAL DE ANÁLISIS CUANTITATIVO</b>     |
| <b>QUÍMICA GENERAL</b>   | <b>MANEJO DE INSTRUMENTAL Y EQUIPO DE LABORATORIO DE ANÁLISIS</b>   | <b>PRIMERO</b>  | <b>MANEJO DE INSTRUMENTAL Y MATERIAL DE LABORATORIO</b> |
| <b>BIOQUÍMICA</b>        | <b>ANÁLISIS BIOQUÍMICOS</b>   | <b>SEGUNDO</b>  | <b>TÉCNICAS Y MATERIAL DE ANÁLISIS BIOQUÍMICO</b>       |
| <b>FISICOQUÍMICA</b>     | <b>OPERACIÓN DE EQUIPO EN LOS PROCESOS FÍSICOS DE SEPARACIÓN</b>    | <b>TERCERO</b>  | <b>TÉCNICAS Y EQUIPO DE SEPARACIONES FÍSICAS</b>        |
|                          | <b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>                                      | <b>TERCERO</b>  | <b>TÉCNICAS Y MATERIAL DE ANÁLISIS FISICOQUÍMICO</b>    |
|                          | <b>OPERACIÓN DE EQUIPO EN LOS PROCESOS QUÍMICOS DE PURIFICACIÓN</b> | <b>CUARTO</b>   | <b>TÉCNICAS Y EQUIPO DE SEPARACIONES QUÍMICAS</b>       |
|                          | <b>PROCESOS EN EL BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA</b>                  | <b>CUARTO</b>   | <b>TÉCNICAS DE BALANCE DE MATERIALES</b>                |

Destaca la ausencia de la Química Orgánica, lo que dificulta en muchos casos la enseñanza de otras asignaturas; ya que, por ejemplo, el alumno desconoce la naturaleza y propiedades de solventes muy usados en procesos de separación, que se requieren para la asignatura de "Operación de equipo en los procesos físicos de separación"

#### **Perfil socioeconómico de la población estudiada.**

Como se mencionó, el cuestionario se aplicó a dos grupos del cuarto semestre de la carrera de Química Industrial. El criterio de selección fue la disponibilidad, pues son los únicos grupos que cursan Química en el turno vespertino.

Los datos que a continuación se presentan, fueron tomados de los expedientes de los alumnos, con autorización del Jefe de Proyecto de Asuntos Escolares del Plantel Tlalpan II. El total de expedientes revisados fue de 50. Los aspectos socioeconómicos considerados fueron: edad, integrantes por familia, escolaridad y ocupación de los padres e ingreso económico.

#### **❖ Edad de los alumnos**

Los alumnos participantes tenían edades que oscilaban entre los 16 y 19 años, presentándose el mayor porcentaje en 18 años.



Es interesante resaltar la heterogeneidad de edades, sin embargo, esto es peculiar del turno vespertino, en donde usualmente se asigna a los alumnos de mayor edad y a los que son repetidores.

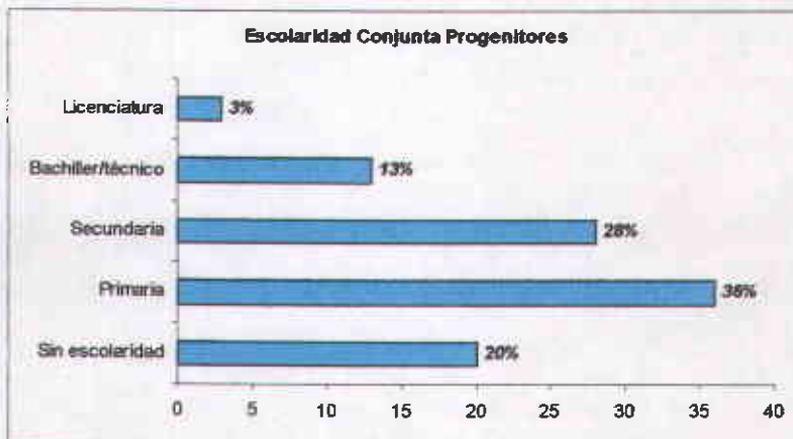
#### ❖ **Integrantes por familia**

Por tomar una base, se consideró como familia estándar la integrada por 4 miembros, así las categorías fueron "hasta 4 personas" y "más de 4 personas":



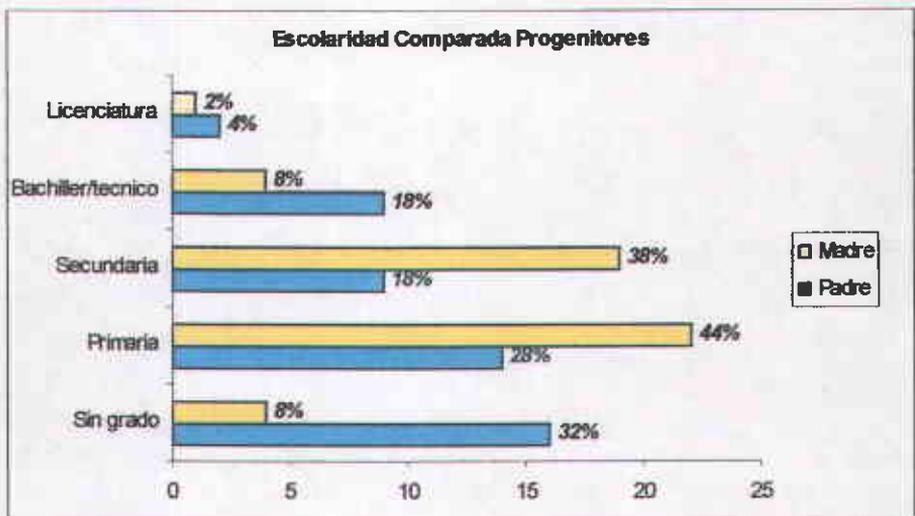
#### ❖ **Escolaridad de los progenitores**

Este se considera uno de los factores determinantes en la formación de concepciones alternativas, por lo que es significativo conocer el grado escolar de ambos padres:



Es indicativo el porcentaje muy pequeño de padres que tienen licenciatura, mientras que la mayoría se reparte entre la secundaria y la primaria, además de un porcentaje significativo que no tiene instrucción básica. Considerando que en muchos casos la educación secundaria no logra modificar las ideas previas, es muy factible que éstas hayan persistido en el ámbito hogareño siendo trasmitidas de padres a hijos. O, desde otro aspecto, es muy lógico pensar que los padres no poseen el conocimiento adecuado, para poder enfrentar las dudas de sus hijos de forma satisfactoria sin recurrir a sus vivencias.

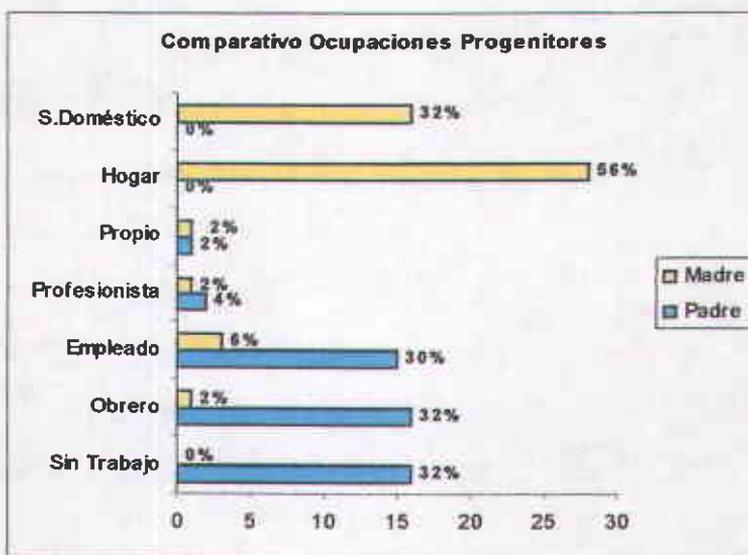
Asumiendo el rol de género, que impone a la madre la vigilancia de la educación de los hijos en el hogar, es importante revisar la escolaridad de la madre con relación al padre. Es interesante notar que tanto en el nivel de primaria como de secundaria son las madres las que presentan un mayor porcentaje, pero éste disminuye en el nivel de bachillerato. En contraste, es de resaltar la amplia mayoría de padres que no tienen instrucción básica.



En resumen, el bajo nivel educativo en la familia es un factor determinante en la formación de preconcepciones, por lo que es importante tener en cuenta esta situación para trabajar en el contexto de las ideas previas, y desarrollar estrategias educativas que favorezcan el mejor aprendizaje.

#### ❖ Ocupación de los padres y madres

Generalmente la ocupación de los progenitores marca el contexto social de la familia. Así, al asumir que el medio contribuye a la formación de las concepciones alternativas, es importante conocer el campo de trabajo de los progenitores pues nos puede indicar la influencia de lenguaje o modismos que les transmiten a los alumnos.

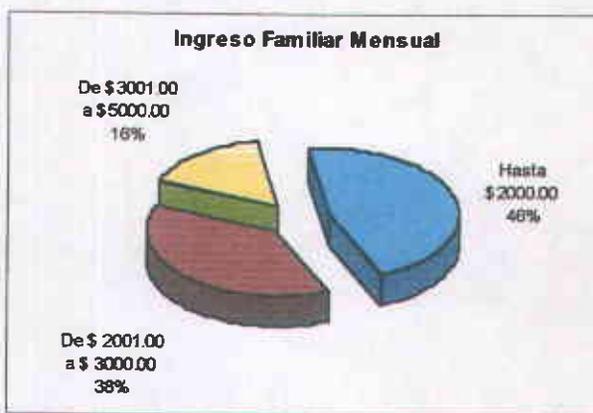


Acorde a lo mostrado por la escolaridad, la mayoría de los padres, quienes tradicionalmente son el sustento de la familia, trabajan como asalariados y un porcentaje considerable no tenía trabajo al momento de inscribir a sus hijos en la escuela. Por otra parte es significativo el alto porcentaje de madres que son

cabeza de familia o que contribuyen al sostenimiento del hogar como trabajadoras domésticas.

#### ❖ Ingreso económico

Aunque una posición económica más favorable no implica necesariamente un mejor conocimiento, sí considero que el alumno con las necesidades económicas resueltas, puede acceder más fácilmente a materiales que apoyan el aprendizaje de la ciencia que aquel que tiene carencias económicas. En este aspecto casi la mitad de estudiantes proviene de familias en donde el ingreso mensual es de \$2000.00 o menos, siguiéndole una tercera parte con ingresos de hasta \$3000.00. Si consideramos que de esta cantidad hay que pagar vivienda, alimentación, vestido y salud no sería nada raro deducir que lo que destinan a gastos escolares se reduce a lo estrictamente necesario: uniforme, cuota de inscripción, transporte y útiles escolares.



De lo anterior se establece que el perfil del alumno medio del CONALEP se desarrolla en un contexto con un nivel escolar elemental, se desenvuelve en un medio urbano donde las principales ocupaciones son de servicios y de mano de obra, y con una familia que percibe los ingresos justos para subsistir. Por estas condiciones se le

considerará de un nivel medio bajo, con una edad que corresponde al final de la adolescencia e inicio de la juventud.

### **Condiciones de aplicación del cuestionario**

De los 50 alumnos previstos sólo 48 respondieron el instrumento. De éstos, se eliminaron cuatro por estar incompletos con lo que al final se trabajó con 44 cuestionarios. La aplicación fue simultánea para ambos grupos con el apoyo de otro profesor del plantel, esto con la finalidad de que no se comentara el tipo y el contenido de la evaluación.

Las indicaciones que se les dieron fueron las siguientes: comprender el enunciado de la pregunta, en caso de no ser así pedir aclaraciones; no copiar, ni murmurar durante la aplicación. Además, se les indicó que el resultado de la evaluación repercutirá en su calificación, pues de no ser así era muy probable que no lo tomaran en serio. El tiempo establecido fue de una y media horas, aunque la mayoría terminó en menos tiempo.

Las reacciones de los estudiantes ante el contenido del cuestionario fueron de sorpresa ante el tipo de preguntas, así como de inconformidad al tener que *explicar* su respuesta. Algunos comentarios significativos fueron:

- "Me siento como en la secundaria..."
- "Ya se me olvidó eso que vimos en la secundaria..."
- "¿Para qué dos respuestas? ¿No es suficiente una sola y ya?"

### **3.2 Instrumento y análisis de resultados**

#### **Presentación del cuestionario.**

A continuación, se presenta la primera versión del cuestionario para detectar algunas ideas previas muy comunes en relación con los cambios químicos y físicos, que los alumnos perciben en su entorno.

## ¿CAMBIO FÍSICO O CAMBIO QUÍMICO?

Lee con atención cada párrafo, selecciona la opción que creas sea la adecuada y justifica tu respuesta en los espacios en blanco.

1. Has notado que al dejar un clavo de hierro al aire libre se cubre de óxido. Según esto, tú puedes concluir que:

- a) el clavo sólo cambia de color
- b) el clavo disminuye su peso
- c) el clavo aumenta su peso

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

2. Al quemar alcohol has visto que sólo se producen gases. A partir de estos residuos ¿podrías saber el peso del alcohol?.

- a) sí
- b) no
- c) faltarían datos

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

3. Cuando a tu refresco le pones unos cubitos de hielo, notas que estos flotan. Esto se debe a que...

- a) el hielo es un compuesto más ligero que el agua líquida
- b) el hielo es químicamente distinto al agua líquida
- c) el hielo es físicamente distinto al agua líquida

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

4. El hielo seco ( $CO_2$ ) es un compuesto que se utiliza para algunos efectos especiales debido al fenómeno que se llama sublimación. Esto se debe a que el hielo seco...

- a) se descompone
- b) reacciona con el aire
- c) cambia su estado de agregación

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Cuando muerdes una manzana y la dejas en contacto con el aire notas que empieza a ponerse café, esto es porque:

- a) se deshidrata
- b) se oxida
- c) le salen hongos

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Cuando disuelves un Alka-Seltzer en agua notas un burbujeo, esto se debe a que se desprende un gas que proviene de:

- a) el agua
- b) el Aire
- c) el Alka- Seltzer

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. Cuando se hornea un pastel su peso...

- a) aumenta
- b) disminuye
- c) no cambia

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

8. Cuando los frijoles se "agrian", a veces se les agrega bicarbonato de sodio para "componerlos", lo que el bicarbonato hace es:
- a) eliminar las bacterias
  - b) salar los frijoles
  - c) neutralizar la acidez

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

---

9. Al preparar agua de limón, en un vaso con agua disuelves 2 cucharadas de azúcar. Si pesaras el vaso con agua antes y después de disolver el azúcar encontrarías que el peso:
- a) aumentó
  - b) no cambió
  - c) disminuyó

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

---

10. Alguna vez te ha pasado que al dejar un refresco con envase de vidrio en el congelador la botella se revienta, esto se debe a que:
- a) la presión del gas del refresco aumenta
  - b) el vidrio del envase se debilita con el frío
  - c) el volumen del refresco aumenta

La opción ( ) es la adecuada porque: \_\_\_\_\_

---

#### **Análisis de resultados.**

Las siguientes son las opciones, con sus respectivas justificaciones, que los alumnos seleccionaron al responder el test de "¿Cambio Físico o Cambio Químico?": En la tabla

3, se presenta la distribución de opciones sobre un total de 44 cuestionarios aplicados a alumnos de 4° semestre.

Tabla 3. DISTRIBUCIÓN DE OPCIONES SELECCIONADAS

| Concentrado de respuestas de 44 alumnos de 4° semestre |          |    |    |
|--|----------|----|----|
| PREGUNTA   | OPCIONES |    |    |
|  | A        | B  | C  |
| 1  | 23       | 15 | 6  |
| 2  | 6        | 33 | 5  |
| 3  | 27       | 3  | 14 |
| 4  | 4        | 6  | 34 |
| 5  | 7        | 37 | 0  |
| 6  | 5        | 3  | 36 |
| 7  | 11       | 21 | 12 |
| 8  | 6        | 6  | 32 |
| 9  | 22       | 20 | 2  |
| 10   | 36       | 3  | 5  |

### **Análisis de las respuestas al cuestionario**

Se procede a presentar, tanto el porcentaje de selección de opciones, como las justificaciones representativas vertidas por los estudiantes, respetando en la medida que la claridad lo permita, la sintaxis original. Esto con el fin de conservar la espontaneidad en el razonamiento del alumno. Posteriormente se sistematizarán las justificaciones y a partir de esto se expondrán las ideas previas detectadas. El análisis se hará de cada uno de las 10 preguntas aplicadas. Al final se hará una crítica del instrumento con base a la validación del mismo, esto se tomará como base para elaborar una segunda versión que se pretende sea más adecuada para la detección de las concepciones alternativas.

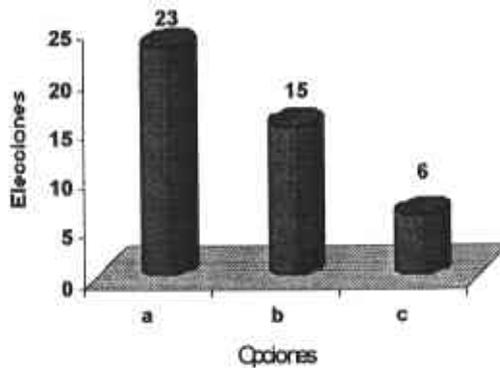
#### **Ítem 1:**

*1. Has notado que al dejar un clavo de hierro al aire libre se cubre de óxido. Según esto, tú puedes concluir que:*

- a) el clavo sólo cambia de color*
- b) el clavo disminuye su peso*
- c) el clavo aumenta su peso*

Distribución de respuestas:

Ítem 1



El 52% ( a ) respondió que el cambio sólo es de color, mientras que el 34% ( b ) respondió considerando que hay una disminución en el peso del clavo debido a la oxidación. En contraste el 14% ( c ) respondió considerando que hay un aumento de peso debido al aumento de masa al formarse el óxido de hierro.

Justificaciones representativas:

**Opción a) el clavo sólo cambia de color (23)**

- "Porque el clavo sólo se cubre de óxido más no se va haciendo chiquito y va perdiendo peso"
- "Sólo va cambiando el color, no disminuye ni aumenta su peso normal"
- "La oxidación no afecta la estructura física y química del clavo, sólo se trata de un efecto... entre el hierro y el oxígeno"
- "Sólo se está oxidando y sigue teniendo su propio peso"

**Opción b) el clavo disminuye su peso (15)**

- "sobre él se forman las sales... picando el metal y poco a poco pierde sus componentes"
- "el hierro se oxida y ... se vuelve polvo, el cual es más fácil su desprendimiento (del óxido)"

Opción c) el clavo aumenta su peso (6)

- "Cuando se forman las partículas de óxido en el metal su peso aumenta"
- "El clavo aumenta su peso porque ahora va a tener otros componentes"

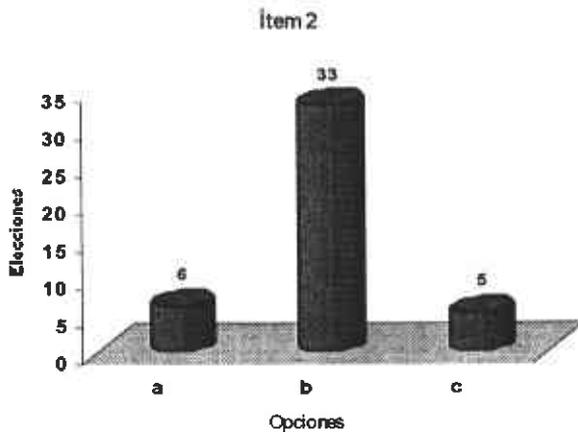
En la opción a, el alumno se queda con la impresión visual del proceso en cuestión. Al observar sólo cambios a nivel macro, su razonamiento para entender lo que es *cambio* se limita a los cambios superficiales, por lo que le es complicado concebir un cambio como químico. En la opción b el alumno supone que la materia del clavo *desaparece* al convertirse en óxido y que, por lo tanto, hay una disminución en el peso del clavo. La opción c refleja la comprensión del fenómeno como un aumento de peso. En este caso las ideas que pueden detectarse son dos: "Los cambios sólo se perciben como cambios físicos, sin alterar la naturaleza de las cosas" y "La transformación de una sustancia en otra, implica la desaparición de materia"

## Ítem 2

2. Al quemar alcohol has visto que sólo se producen gases. A partir de estos residuos ¿podrías saber el peso del alcohol?.

- a) sí
- b) no
- c) faltarían datos

Distribución de respuestas:



El 75 % ( b ) respondió que no se puede saber el peso del alcohol a través de sus residuos (gases), mientras que el 13% ( a ) respondió que sí era posible saber el peso del alcohol. El 12%(c) asumió que faltaban datos para responder.

Justificaciones representativas:

**Opción a) sí (6)**

- "Porque hay una teoría que dice que la materia no se crea ni se destruye sólo se transforma"
- " Sí se puede porque los gases que se liberan tienen peso y se pueden pesar y saber el peso del alcohol"

**Opción b) no (33)**

- " Porque el alcohol sólo produce gases y no residuos, por lo tanto los gases no tienen peso"
- "Porque si sólo se producen gases estos son demasiado volátiles y no se pueden percibir físicamente, entonces no se pueden pesar"

- "Al quemarse no se podría pesar porque está en el estado gaseoso"
- "El gas no se puede pesar, solamente los líquidos y los sólidos"
- "Al quemarse produce gases y en su lugar no queda nada"
- "Sólo desprende gases y no produce residuos"
- "Porque ya quemado el alcohol... no queda nada"

Opción c) faltarían datos (5)

- "...necesitamos tener datos como las leyes de los gases"
- "...no sé que volumen se utilizó y no me dan ningún dato de referencia"

Aquí se detecta una preconcepción muy común: la de que "los gases no pesan"; sin embargo, es importante resaltar que en el conjunto de argumentos subyacen dos más: "los gases no se pueden pesar" y "los gases no se pueden percibir físicamente". En la primera aproximación el alumno no le confiere la propiedad de peso a los gases, puesto que la experiencia diaria le muestra que los gases se elevan, por lo que al *no caer a tierra* carecen de peso. Sin embargo, en el segundo caso, lo que resalta no es que los gases no tengan peso, sino la imposibilidad de pesarlos ("sólo los líquidos y sólidos, puesto que se pueden contener de alguna forma, se pueden pesar. ¿Cómo atrapo un gas para pesarlo?") En el último razonamiento el alumno ni siquiera le da presencia física a los gases, pues no considera al gas como residuo o lo equipara con vacío ("Porque ya quemado el alcohol... no queda nada").

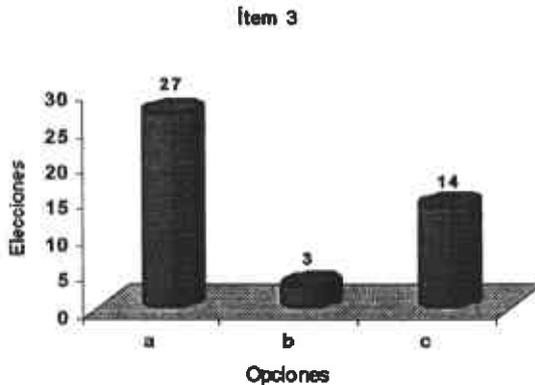
Es importante resaltar que los que eligieron la opción c si identifican a los gases como un estado de la materia, pero consideran que requieren más información para resolver lo planteado.

### Ítem 3:

3. Cuando a tu refresco le pones unos cubitos de hielo, notas que estos flotan. Esto se debe a que...

- a) el hielo es un compuesto más ligero que el agua líquida
- b) el hielo es químicamente distinto al agua líquida
- c) el hielo es físicamente distinto al agua líquida

Distribución de respuestas:



El 61% (a) consideró implícitamente que el hielo es un compuesto distinto del agua; sin embargo, sólo el 7% (b) lo consideró así cuando se les planteó explícitamente que el hielo es "químicamente distinto al agua". El 32% (c) contestó que el hielo es "físicamente distinto al agua".

Justificaciones representativas:

**Opción a) el hielo es un compuesto más ligero que el agua líquida (27)**

- "(El hielo) No pesa, es un compuesto más ligero y no pueden combinarse (agua y hielo)"

- "Ya que sus átomos (los del hielo) están comprimidos, no pueden expandirse y los del refresco sí, porque sus átomos son diferentes"
- "...es por la temperatura ya que estaba el refresco caliente y los hielos estaban fríos"

**Opción b) el hielo es químicamente distinto al agua líquida (3)**

- "Ya que las moléculas de agua cambian y disminuyen"
- "los componentes del hielo son más ligeros"

**Opción c) el hielo es físicamente distinto al agua líquida (14)**

- "Porque la densidad del agua (líquida) es mayor que la del hielo"
- "El hielo es físicamente distinto porque sólo cambia de estado y no de componentes"
- "El gas que produce el refresco es muy fuerte y hace que los hielos floten"
- "El hielo flota porque tiene gas el refresco"

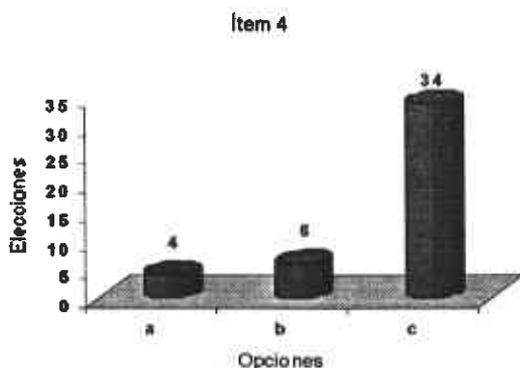
Un alto porcentaje (61%) seleccionó la opción a, partiendo de que tanto el agua como el hielo tienen propiedades físicas diferentes, y en este caso la densidad es la que hace la diferencia; sin embargo, es importante notar que en algunas justificaciones dadas se considera al hielo con componentes diferentes a los del agua o asumen que la diferencia de temperatura es la causante directa de este fenómeno. Muy pocos, opción b, (7%) consideraron al hielo como una sustancia diferente al agua y el 30%, opción c, razonó guiándose por la diferencia entre las propiedades físicas del hielo y las del agua. En esta opción algunas justificaciones consideraron que el gas de la mezcla gas-líquido del refresco es el causante de que el hielo flote, y no la diferencia en las densidades. En este caso no se puede declarar categóricamente que se haya detectado idea previa alguna, si acaso la de considerar que los sólidos (en este caso el hielo) necesitan de un gas (más ligero) para poder flotar, es como decir que el hielo flota por las burbujas de aire que quedan atrapadas al formarse el cubo de hielo.

#### Ítem 4

4. El hielo seco ( $\text{CO}_2$ ) es un compuesto que se utiliza para algunos efectos especiales debido al fenómeno que se llama sublimación. Esto se debe a que el hielo seco...

- a) se descompone
- b) reacciona con el aire
- c) cambia su estado de agregación

Distribución de respuestas:



El 77% eligió la opción c al considerar el cambio de fase, el 13% opción b respondió que hay una reacción del  $\text{CO}_2$  con el aire y el 10%, opción a considera que el  $\text{CO}_2$  se descompone.

Justificaciones representativas:

#### Opción a) se descompone (4)

- "Porque (el  $\text{CO}_2$ ) no puede retener sus propiedades"
- "Porque (el  $\text{CO}_2$ ) lo podemos utilizar para producir un cierto gas en el agua..."
- "...(el  $\text{CO}_2$ ) hace como burbujeo y sale humo, es por el agua y el aire"

**Opción b) reacciona con el aire (6)**

- "El aire contiene partículas de agua y eso hace que (el  $\text{CO}_2$ ) emane vapores"
- "El hielo seco reacciona con el aire y desprende gases"

**Opción c) cambia su estado de agregación (34)**

- "Porque cambia su estado de sólido a vapor sin pasar por líquido"

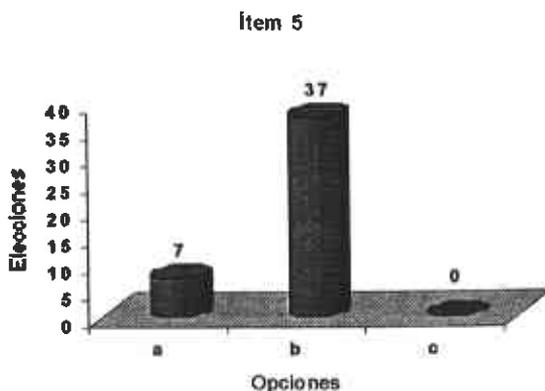
Este caso es muy singular, pues si partimos de la hipótesis de que el alumno elabora sus explicaciones a partir de las interpretaciones superficiales de los fenómenos naturales que observa, curiosamente uno de los cambios de estado poco observados en la vida cotidiana es la sublimación. Sin embargo, es de las transiciones de fase más reconocidas por el alumno, al grado de que es más frecuente que cometa errores al describir la fusión que la sublimación. Esta es una situación que se ha observado en varias generaciones de estudiantes y no es privativa de este grupo. Volviendo a las respuestas, una amplia mayoría (77%) eligió y justificó adecuadamente la opción c; no obstante, al agrupar las respuestas a y b, con un 23% del total, y partiendo de que ambas involucran una reacción química (el  $\text{CO}_2$  se "descompone" o "reacciona") se puede detectar una idea previa que involucra la noción de que un cambio de fase poco común (sólido a gas) es en realidad un cambio químico, pues "normalmente" los sólidos pasan a líquidos y estos a gases.

**Ítem 5**

*5. Cuando muerdes una manzana y la dejas en contacto con el aire notas que empieza a ponerse café, esto es porque:*

- a) se deshidrata*
- b) se oxida*
- c) le salen hongos*

Distribución de respuestas:



El 84% ( b ) respondió considerando que el cambio de color en la manzana era un efecto de la oxidación. El 16% ( a ) lo atribuyó a una deshidratación y ningún alumno lo pensó como una descomposición biológica ( c ) .

Justificación de respuestas:

#### Opción a) se deshidrata (7)

- "(La manzana) ya no tiene la cáscara que es la que la protege de la deshidratación"
- "(La manzana) se pone al contacto con el aire y la humedad que esta conservaba desaparece y... se seca"
- "(La manzana) se deshidrata ya que cuando está entera tiene cierta temperatura y si la muerdes cambia su temperatura"

#### Opción b) se oxida (37)

- "Una fruta se oxida debido al aire que se pone en contacto con ella"
- "Está en contacto con el aire y pasa lo mismo que con el clavo"

- "El oxígeno del aire reacciona con la manzana y produce una oxidación"
- "Se le quita la cáscara, que es la que protege lo que tiene en el interior y queda expuesta a microorganismos del aire"
- "El aire contiene bacterias y la manzana es muy ligera"

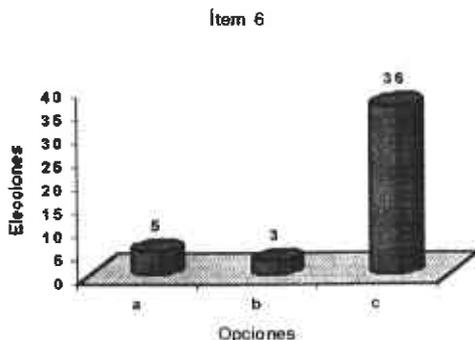
Aunque cuantitativamente es importante la tendencia (37 de 44 respuestas) a responder que es un proceso de oxidación lo que sufre la manzana, llama la atención que 9 de estas 37 respuestas, se justifiquen relacionando el fenómeno con el efecto de "bacterias o microorganismos presentes en el aire". De esta forma, al sumar estas 9 respuestas con las 7 que explican el fenómeno como una deshidratación, se tiene un 36% de respuestas que indican una idea previa que asume que "Las cosas naturales (como la fruta) no sufren procesos químicos, sino que son procesos físicos o requieren la acción de microorganismos". Este razonamiento sigue muy de cerca al que supone que "Lo químico (proceso o sustancia) no es natural".

### Ítem 6

6. Cuando disuelves un Alka-Seltzer en agua notas un burbujeo, esto se debe a que se desprende un gas que proviene de:

- a) el agua
- b) el Aire
- c) el Alka- Seltzer

Distribución de respuestas:



El 80% ( c) respondió que el gas se proviene del Alka – Seltzer, mientras que el 12% (a) consideró que el burbujeo provenía del agua y el 8% (b) pensó que el gas generado se debía al aire. Este es un ejemplo típico de una experiencia que el alumno conoce perfectamente, de ahí que la mayoría no haya tenido problemas en elegir la opción que explica lo observado.

Justificación de respuestas:

#### Opción a) el gas proviene del agua (5)

- "Reaccionan porque el agua es neutra y el alka-Seltzer no"
- "Al tener contacto con el agua, se desprende todo el  $CO_2$  que contiene"
- "Al momento que lo disuelves (se) desprende un gas que es el agua... es como si no se llevaran los dos"

#### Opción b) el gas proviene del aire (3)

- "Los espacios (en) el bicarbonato de sodio son los que desprenden el burbujeo"

#### Opción c) el gas proviene del Alka- Seltzer (36)

- "(El Alka-Seltzer) tiene varios compuestos que hacen que reaccionen al contacto con el agua"
- "(El Alka-Seltzer) es un compuesto que tiene gases y al disolverse con el agua se liberan esos gases"
- "Porque el agua es natural y no puede producir gases, y el Alka-Seltzer tiene propiedades que hacen que suelte esos gases"

Aunque la mayoría identifica al Alka-Seltzer como la fuente del burbujeo, solamente 4 explicaron correctamente que el gas desprendido provenía de una reacción debida a los componentes del Alka-Seltzer cuando se disuelven en el agua. El resto atribuye el

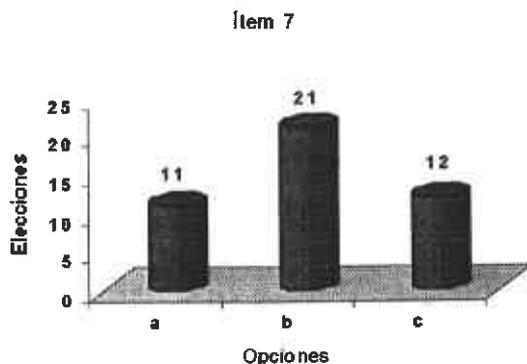
burbujeo a un gas *atrapado* en el Alka-Seltzer o en el agua, y que es liberado al momento de disolverlo. La idea que aquí se detecta es la de *sustancialización de la propiedad* (Sanmartí 1990, citado por Furió y Furió, 2000); es decir, identifican al estado gaseoso como una propiedad de la sustancia y la imaginan atrapada en los intersticios del bicarbonato o suspendida en el agua, y no como la generación de un gas (el CO<sub>2</sub>) producido por la reacción entre el bicarbonato y los ácidos del Alka-Seltzer al estar en solución acuosa.

### Ítem 7

7. Cuando se homea un pastel su peso...

- a) *aumenta*
- b) *disminuye*
- c) *no cambia*

Distribución de respuestas:



Este es otro caso muy conocido por los estudiantes. Llama la atención la distribución de respuestas, pues tiende a ser un poco más homogénea que las anteriores. El 47% (b) respondió que el peso disminuye, el 28% (c) asume que no cambia y el 25 % (a) respondió que el peso aumenta.

Justificación de respuestas:

**Opción a) el peso aumenta (11)**

- "Al volverse sólido (cocerse), aumenta su peso y no es lo mismo que esté en masa que cocido"
- "Al hornearse (el pastel) se esponja, aumenta de tamaño y su peso es mayor"

**Opción b) el peso disminuye (21)**

- "Al hornearlo (el pastel) está perdiendo casi toda su humedad y con esto... pierde peso"

**Opción c) el peso no cambia (12)**

- "No cambia, porque la misma cantidad que entra al horno es la misma que sale, el pastel sufre cambios pero no gana ni pierde peso"
- "No deja de tener los mismos ingredientes, sólo esponja pero no cambia su peso. Todo lo que entra, todo sale"
- "El pastel horneado no puede cambiar su peso porque es el mismo"

La respuesta que indica que el peso aumenta con el volumen está inmersa en el llamado *"reduccionismo funcional"* (Furió, 2000), según éste, el cambio de una sola variable o propiedad afecta en el mismo sentido a las demás. Con esta lógica, el aumento de volumen implica el aumento en el peso. En todo caso, la idea que subyace es la de que los cambios en el tamaño producen cambios en el peso.

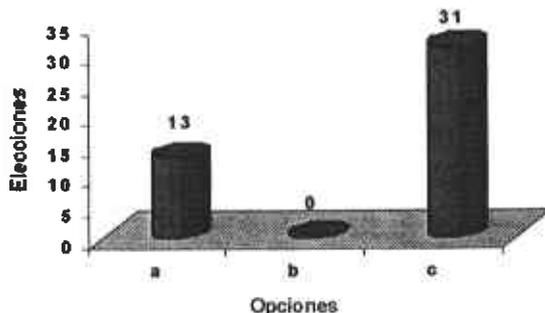
**Ítem 8**

8. Cuando los frijoles se "agrian", a veces se les agrega bicarbonato de sodio para "componerlos", lo que el bicarbonato hace es:

- a) eliminar las bacterias
- b) salar los frijoles
- c) neutralizar la acidez

Distribución de respuestas:

Ítem 8



La mayoría 70% (c) consideró que hay una reacción ácido – base, mientras que el 30% ( a ) optó por conferirle propiedades bactericidas al bicarbonato. La opción b no obtuvo ninguna elección.

Justificación de respuestas:

**Opción a) eliminar las bacterias (13)**

- "El bicarbonato es una sal que elimina a las bacterias que producen la descomposición de los frijoles"

**Opción c) neutralizar la acidez (31)**

- "Cuando los frijoles se agrian, tienen un sabor ácido y el carbonato actúa como una base y una base neutraliza a los ácidos"
- "Los frijoles se agrian y generan un ácido y este se neutraliza con una base que es el bicarbonato"

El que la mayoría haya respondido correctamente se puede explicar, sin quitarles mérito, por el hecho de que en el transcurso del semestre realizaron una practica en

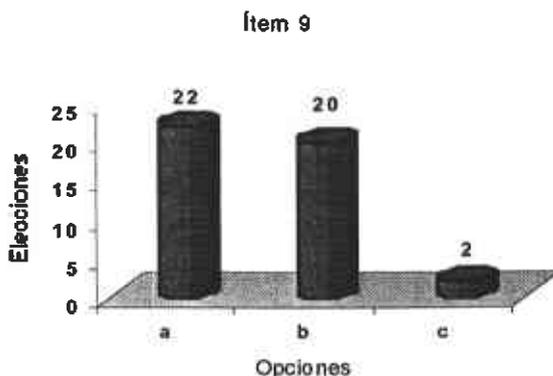
donde neutralizan ácido acético con bicarbonato de sodio. Sin embargo, es importante hacer notar que un 30% consideró que el bicarbonato se agregaba para eliminar a las bacterias causantes de la "descomposición" de los frijoles, lo cual es correcto, ya que al modificar el pH del medio así sucede.

### Ítem 9

9. Al preparar agua de limón, en un vaso con agua disueltas 2 cucharadas de azúcar. Si pesaras el vaso con agua antes y después de disolver el azúcar encontrarías que el peso:

- a) aumentó
- b) no cambió
- c) disminuyó

Distribución de respuestas:



Es significativo que la respuesta a, con el 50%, tenga casi la misma incidencia que la opción b con el 45%, mientras que la opción c sólo tiene el 5%.

Justificación de respuestas:

#### Opción a) el peso aumentó (22)

- "Tanto el agua como el azúcar tienen peso, por lo cual aumenta el peso cuando los mezclamos"
- "Porque el sólido (azúcar) queda disuelto en el agua, esto es la densidad de la solución cambia y por lo tanto aumenta su peso"

#### Opción b) el peso no cambió (20)

- "(El azúcar) no pesa ya que queda disuelta, pero si se dejara sin disolver sí cambiaría el peso"
- "El azúcar se diluye en el agua y esto no produce ningún cambio, ni deja sólidos que puedan alterar el peso del agua"
- "Al disolver el azúcar en el vaso de agua y agitarla desaparece"
- "Al disolver el azúcar en el agua no altera el peso"

#### Opción c) el peso disminuyó (2)

- "Porque el azúcar pierde sus propiedades al disolverse"

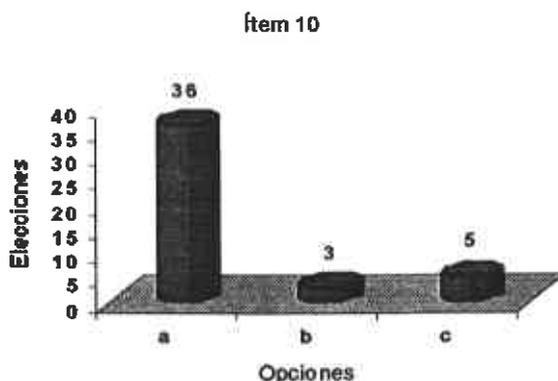
Es evidente que la idea previa subyacente es la de que *lo que se ve conserva su peso. Si no hay cuerpo, objeto o sustancia que ejerza peso, este no se percibe*, pero también se induce otra idea que atribuye sólo a los sólidos la propiedad del peso. En este caso, se refleja también el "reduccionismo funcional" (Furió, 2000), pues a la propiedad de peso se le condiciona por la de percepción. ("Si no lo veo, entonces no pesa").

### Ítem 10

10. *Alguna vez te ha pasado, que al dejar un refresco con envase de vidrio en el congelador la botella se revienta, esto se debe a que:*

- a) *la presión del gas del refresco aumenta*
- b) *el vidrio del envase se debilita con el frío*
- c) *el volumen del refresco aumenta*

Distribución de respuestas:



El 80% (a), atribuyó la rotura del envase a la presión del gas, el 7% (b) al efecto del frío sobre el vidrio del envase y sólo el 13% (c) respondió aduciendo el aumento de volumen del refresco al congelarse.

Justificación de respuestas:

**Opción a) la presión del gas del refresco aumenta (36)**

- " Porque es un líquido y al congelarse aumenta el volumen y la presión del gas ya no tiene espacio y tiene que reventar el envase"
- "Se comprime todo el gas y hace que la presión aumente"

- "El frío hace que el refresco aumente su presión ya que sus moléculas tienden a escapar"
- "Las partículas de  $CO_2$  buscan una salida y al no encontrarla lo que hacen es aumentar la presión y reventar el envase"

Opción b) el vidrio del envase se debilita con el frío (3)

- "El vidrio con temperaturas bajas se debilita hasta que se rompe"

Opción c) el volumen del refresco aumenta (5)

- "Cuando el agua se congela, su volumen se expande haciendo reventar el envase de vidrio"

Este es otro fenómeno común en la experiencia doméstica del alumno. A pesar de que le es conocido el fenómeno de que el hielo flota en el agua debido al aumento de su volumen, gran parte no relacionó este hecho como la causa de que la botella se rompa. La mayoría consideró que el aumento de la presión del gas ocasionaba esto, a pesar de saber que la presión de un gas es directamente proporcional a la temperatura. En esta última pregunta se detecta la idea de que *todos los gases tienden a escapar, a subir y al no poder hacerlo buscan naturalmente una "salida"*. De igual forma me parece que se puede tomar como idea previa el que el *enfriamiento debilita los materiales*, que al solidificarse un líquido puede volverse quebradizo, de ahí que sea "más débil".

### 3.3 Funcionalidad del instrumento de detección

#### Sobre el cuestionario como instrumento de detección

##### ❖ Factores metodológicos en la elaboración del instrumento.

Como toda prueba escrita, el cuestionario debe regirse por los lineamientos que norman la elaboración de exámenes de opción múltiple, bajo este contexto el cuestionario aplicado no cumplió en lo siguiente:

- Sólo se presentaron 3 opciones, cuando lo mínimo deben ser 4. En este aspecto, cabe señalar que fue complicado elaborar los distractores, dado el objetivo del cuestionario.
- Hubo preguntas que resultaron con dos posibles respuestas correctas, como los ítems 3 y 8.
- 5 de las 10 preguntas empezaban con la palabra *cuando*, lo que puede sugerir temporalidad de la acción.
- Algunas palabras o frases causaron confusión, como la de "efectos especiales", pues algunos alumnos los asociaron con animaciones por computadora.
- Aunque algunos especialistas recomiendan incluir la opción "no sé", en este caso se consideró inadecuada, porque podía significar una salida fácil para no responder la justificación.

##### ❖ Factores relacionados con la temática del cuestionario.

- Es más difícil elaborar preguntas sobre fenómenos químicos, que físicos, considerando el entorno del alumno. Esto es lógico, pues son los fenómenos físicos los más abundantes y evidentes, de tal forma que es más fácil preguntar

sobre cambios de fase, movimientos o fuerzas, que sobre oxidaciones, reducciones o neutralizaciones.

- No se utilizaron esquemas o gráficas que pudieran apoyar la exploración de ideas previas.
- Faltó también emplear algún ejercicio de "confrontación", en el cual se les expondría un experimento o problema que cuestiona la idea previa y tuvieran que explicarlo.

### **Sobre las preconcepciones detectadas**

A pesar de las deficiencias del instrumento, se lograron detectar ideas que ya se habían manifestado de forma dispersa en la resolución de exámenes o en reportes de laboratorio. Haciendo una recopilación, éstas se pueden agrupar de manera general en las siguientes:

- ❖ *"Los cambios sólo se perciben como cambios físicos, sin alterar la naturaleza de las cosas"*
- ❖ *"La transformación de una sustancia en otra, implica la desaparición de materia"*
- ❖ *"Los gases no pesan, no se pueden pesar o no se perciben físicamente"*
- ❖ *"Los sólidos (más pesados) necesitan de un gas (más ligero) para poder flotar"*
- ❖ *"Un cambio de fase poco común (sólido a gas) es un cambio químico"*
- ❖ *"Las cosas naturales (como la fruta) no sufren procesos químicos, sino que son procesos físicos o requieren la acción de microorganismos"*
- ❖ *"Los productos químicos son dañinos en comparación con los naturales"*
- ❖ *"Las sustancias están atrapadas en los intersticios de un sólido o como pequeñas partículas suspendidas en un líquido" (sustancialización de la propiedad)*

- ❖ *"El aumento de volumen va acompañado de un aumento en el peso" (reduccionismo funcional, en donde una sola variable o propiedad influye o determina a las demás)*
- ❖ *"Lo que se ve conserva su peso, si no es así no hay cuerpo, objeto o sustancia que ejerza peso"*
- ❖ *"Sólo los sólidos contribuyen a aumentar el peso de una mezcla"*
- ❖ *"Todos los gases tienden a escapar, a subir, a buscar naturalmente una salida"*
- ❖ *"El enfriamiento debilita los materiales"*

Lo importante a resaltar, es la persistencia y resistencia de estas ideas a todo el proceso de enseñanza de la Química que estos alumnos han recibido, pues no debe olvidarse que durante la aplicación del cuestionario, estaban concluyendo el cuarto semestre de la carrera. Por otro lado, llama la atención que algunas respuestas son correctas, aunque la justificación que se presenta está en contradicción con lo que realmente sucede. Esto puede sugerir que el alumno está acostumbrado a resolver exámenes o a responder cuestiones teóricas como una simple repetición memorística (Carrascosa, 2005) y que cuando se le pide que las explique, le genera una contradicción entre lo que él cree y lo que debe responder (Campanario, 2000), por esta razón les incomodó la modalidad de la prueba ("¿Para qué dos respuestas? ¿No es suficiente con una sola y ya?"). En este sentido también hay que resaltar que algunos alumnos con "buenas calificaciones" evidenciaron ideas previas muy primitivas (por llamarlas de alguna forma) como la falta de materialidad de los gases. Por el contrario, alumnos con bajos promedios razonaron correctamente algunas de sus justificaciones, lo que lleva a pensar en la insistencia del profesorado en el aprendizaje memorístico de los conceptos.

En el capítulo siguiente se desarrolla una propuesta para trabajar sobre las ideas previas de los alumnos. En esta última parte se incluye un cuestionario que subsana las deficiencias del primero, además de algunas ideas a desarrollar para inducir al llamado *cambio conceptual*.

## 4. ELEMENTOS PARA EL CAMBIO CONCEPTUAL

### 4.1 ¿Qué es el cambio conceptual?

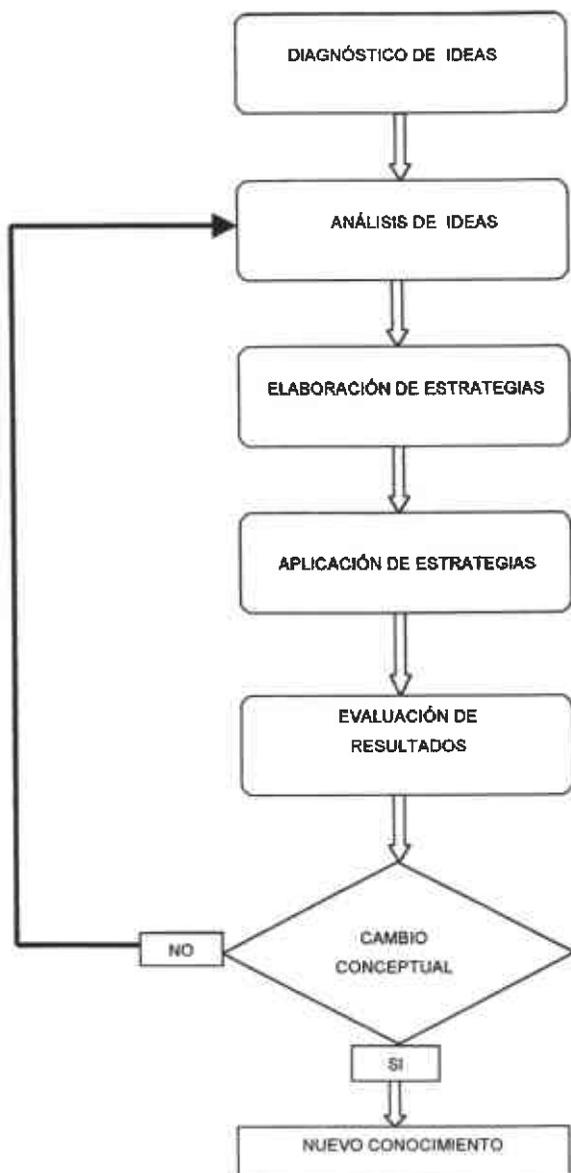
Según varios autores (Hewson, 1981, 1982; Posner et al., 1982; Hewson-Thorley, 1989; Thorley, 1990; Strike-Posner, 1992. Citados por Alemán, 2000): *"...aprender ciencias significa sustituir un paradigma basado en las ideas intuitivas por otro nuevo más acorde con las ideas científicas. El nuevo enfoque metodológico insiste en la necesidad de que los profesores conozcan las ideas previas de los alumnos y empleen estrategias que favorezcan la creación de conflictos cognitivos entre las ideas espontáneas y las ideas científicas, a fin de lograr el deseado cambio conceptual"*. De esta forma: *"El cambio conceptual consiste, en esencia, en modificar las ideas previas de los alumnos y sustituirlas por las ideas y conceptos aceptados por la comunidad científica (CCADET, Pag. Web,2005))*.

Bajo este esquema, una condición necesaria para que suceda el cambio conceptual es producir en el alumno *insatisfacción* con las ideas existentes, es decir, que ante determinadas experiencias las ideas avaladas científicamente demuestren su superioridad para explicarlas mejor. En el caso de la educación técnica esto es quizá más factible, pues la parte experimental tiene mayor peso y permite el diseño de prácticas que cuestionen directamente algunas de sus ideas previas, como se ha manifestado (Chamizo, 2000): *"... uno de los principales motores que favorecen la conceptualización (cambio conceptual) es el conflicto, ya que puede hacer que la persona dude de sus propias concepciones, llevándole a buscar otros elementos más pertinentes"*.

Como todo proceso, el cambio conceptual requiere una sucesión de etapas las cuales deben cumplirse consecutiva y lógicamente; es decir, no se debe avanzar si no ha concluido la anterior y no pueden alternarse indistintamente, sino en el orden adecuado. Por otro lado, se entiende que al acceder a un nivel de conocimiento más elaborado y

científicamente sustentado, el proceso puede repetirse cíclicamente, según se propone en el siguiente diagrama:

DIAGRAMA DE FLUJO DE CAMBIO CONCEPTUAL



Es importante tener en cuenta que la transformación de las ideas previas no es un proceso abrupto, sino por el contrario, es un proceso lento y gradual. También es necesario reconocer que las posibles transformaciones de las ideas previas no ocurren de manera aislada, esto es, la transformación de una idea previa con independencia de otras; el proceso es mucho más complejo e intervienen en él diversos factores, entre los que se pueden mencionar el contexto, el nivel de comprensión de los conceptos y si se trata de relaciones causales o funcionales (CCADET, Pag. Web, 2005)

#### 4.2 Diagnóstico de Ideas previas

Para un correcto diagnóstico es necesaria una adecuada detección, para este fin existen diversas técnicas e instrumentos entre los que se encuentran las entrevistas clínicas, preguntas de tipo abierto y cuestionarios. En este caso se decidió la aplicación del cuestionario por las razones esgrimidas anteriormente ("**Características del instrumento de detección**") y ahora se expone una nueva propuesta de cuestionario que contempla las modificaciones surgidas a partir de la validación de la primera versión.

#### **¿CAMBIO FÍSICO O CAMBIO QUÍMICO?**

- I. Tomas un clavo de hierro y lo pesas. Después lo dejas una semana a la intemperie y notas que se va oxidando. Al pasar la semana lo vuelves a pesar, lo que esperas encontrar es que:
- a) el peso sea el mismo
  - b) el peso disminuya
  - c) el peso aumente

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

II. Muchas sustancias, como el hielo seco ( $CO_2$  solidificado) se transforman directamente de sólidos a gases. A este fenómeno se le llama "sublimación". Esto se debe a que esas sustancias:

- a) se descomponen
- b) cambian su estado físico
- c) reaccionan con el aire

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

III. Has notado que el hielo flota en el agua, ya sean unos cubitos de hielo en un vaso con agua o los témpanos de hielo en el mar. Esto sucede porque el hielo:

- a) es menos denso que el agua
- b) tiene burbujas de aire
- c) es una sustancia diferente al agua

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

IV. Supón que colocas un pedazo de papel en un matraz, lo tapas muy bien y pesas todo junto. Después calientas el matraz hasta que el papel se queme totalmente quedando sólo cenizas y humo dentro del matraz. Ahora pesas de nuevo el matraz, lo que descubrirás es que el peso:

- a) disminuye
- b) es el mismo
- c) aumenta

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

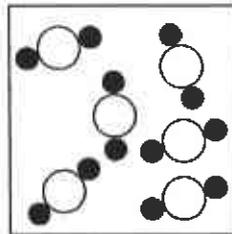
V. Si pelas una manzana y la dejas expuesta al aire, esta empieza a ponerse café, esto sucede porque la manzana:

- a) se pudre
- b) se deshidrata
- c) se oxida

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

---

VI. Imagina que puedes ver las partículas que constituyen una sustancia gaseosa y observarás lo siguiente:



Según esto tú puedes decir que la sustancia es:

- a) Un compuesto puro
- b) Una mezcla homogénea
- c) Una mezcla de elementos

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

---

VII. Una pastilla efervescente (como el Alka - Seltzer) es la que al disolverse en agua genera un burbujeo. Las burbujas se producen por gases:

- a) disueltos en el agua
- b) producto de una reacción
- c) presentes en la pastilla

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

---

VIII. Los siguientes esquemas representan la sublimación de una sustancia. Si pudieras observar las partículas después de la sublimación ¿qué es lo que esperarías encontrar entre ellas?



- a) vacío
- b) aire
- c) otro gas

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

---

IX. Vas a endulzar un vaso con agua, al terminar de hacerlo tú consideras que el azúcar...

- a) se disuelve
- b) desaparece
- c) reacciona

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

---

X. De las siguientes opciones ¿cuál sería un ejemplo de una sustancia pura?

- a) un alambre de cobre nuevo
- b) el agua de una botella sellada
- c) el aire del campo

Explica tu respuesta: \_\_\_\_\_

---

#### 4.3 Análisis de resultados y elaboración de estrategias

A partir de un correcto análisis de la información obtenida, se inicia la elaboración de estrategias didácticas y pedagógicas adecuadas. Para ello se requiere que el profesor conozca y comprenda la importancia del conocimiento previo de sus alumnos, así como de las preconcepciones propias. En el sistema CONALEP, existe una política de formación de profesores, que tiene como objetivo que el profesional que se integra a la actividad docente tenga la formación teórica para realizar su función acorde a las necesidades del sistema. Este proceso de formación se va desarrollando de manera paulatina y conforme a la permanencia del docente en el CONALEP, así un profesor con cuatro años de experiencia en el CONALEP, ha participado en los siguientes cursos:

- ❖ *"Introducción al CONALEP y al modelo de competencias"*
- ❖ *"Seminario de habilitación de los prestadores de servicios académicos en educación basada en normas de competencia y habilidades didácticas"*
- ❖ *"Liderazgo y comunicación efectiva"*
- ❖ *"Metodologías de estudio"*
- ❖ *"Fundamentos de las principales teorías del aprendizaje"*
- ❖ *"Aprendizaje acelerado"*
- ❖ *"Técnicas de estudio"*
- ❖ *"Tutorías y técnicas de evaluación"*

- ❖ *“Microenseñanza”*
- ❖ *“Diseño e impartición de cursos de capacitación”*
- ❖ *“Aprendizaje contextual orientado a resultados”*
- ❖ *“Taller sobre el potencial de los recursos académicos y comunidades educativas en el contexto del modelo académico del CONALEP”*

Aunque la mayoría de los cursos están orientados a coadyuvar al mejoramiento de la docencia en Química, ninguno está diseñado explícitamente para revisar o conocer las causas inherentes a los alumnos, según las señaló Campanario (2000): *“lo que los alumnos **saben** (ideas previas), **saben hacer** (estrategias de razonamiento), **creen** (concepciones epistemológicas) y **creen saber** (metacognición)”*, y que pueden llegar a convertirse, si no se conocen y trabaja en ellas, en una especie de *“...«conspiración cognitiva» ... que dificulta el aprendizaje significativo de las ciencias por parte del alumno”* (Campanario, 2000).

Bajo este contexto, creo necesario la implementación de uno o varios cursos, en dónde se expongan estos elementos, sus causas, funciones y efectos en la enseñanza de las ciencias con el fin de que se consideren en un nuevo enfoque didáctico. Tales cursos deberán impartirse por especialistas en el tema, como psicólogos de la educación, y también por profesores de ciencias que hayan realizado investigación sobre el tema o que lo dominen.

Partiendo del supuesto de que los profesores saben del tema, se convierte en decisiva la colaboración de todos aquellos involucrados con la enseñanza de las ciencias, para saber cómo se incluye este trabajo en el día a día de la docencia. Es claro que hay dos momentos en que esto debe realizarse: uno general y otro particular. El primero es el trabajo colectivo, en cuerpos colegiados, con una visión integral que aproveche los espacios que permiten trabajar con los alumnos al inicio de cada semestre, ya sean cursos de inducción para los alumnos de nuevo ingreso o los llamados cursos propedéuticos. El aspecto particular se debe realizar durante el curso de la asignatura y, desde mi experiencia, al inicio de cada tema nuevo a la par de lo que se denomina

"Evaluación diagnóstica", ambos momentos con la visión de que el trabajo con las ideas previas debe ser constante y complementario:

❖ **Constante.** Si las preconcepciones de los alumnos son "elaboraciones intelectuales" que han cumplido y cumplen una función básica en la construcción del conocimiento, se entiende que su persistencia sea uno de sus rasgos distintivos. Para inducir al cambio conceptual se requiere de un proceso que debe ser continuo y constante tanto en su seguimiento como en la evaluación, es decir, creo que no debe limitarse al inicio de cursos, sino que debe realizarse *durante y después* considerando lo señalado por Campanario (2000): "*las predicciones que formulan los alumnos a partir de las ideas previas pueden ser muchas veces correctas (subrayado mío)*" lo que dificulta su detección con los medios tradicionales de evaluación.

❖ **Complementario.** Se entiende que los cursos de ciencias no deben orientarse *exclusivamente*, a la eliminación de las ideas previas, ya que "*... ni siquiera lo consigue una instrucción orientada al cambio conceptual y que tenga como objetivo explícito la eliminación de estas ideas previas y su sustitución por concepciones científicas adecuadas.*" (Campanario, 2000), por esta razón, el trabajo con las concepciones alternativas, debe apoyarse en los elementos de un curso de ciencias como son las prácticas de laboratorio o las experiencias de cátedra, para así tener una evaluación *objetiva* de qué tanto ha aprendido el alumno en relación con lo *que no sabía* y *a lo que ya sabía*.

No debe olvidarse el caso particular que se está analizando: enseñanza de la Química a alumnos que posiblemente la conviertan de manera inmediata en su *modus vivendi*, y que muy probablemente muchos de ellos ya no tengan acceso a otro tipo de formación científica, o a lo más, que sólo accedan a cursos de actualización o de capacitación más enfocados al *entrenamiento*. De esta forma no se estará seguro si el alumno realmente *entendió y aprendió a razonar* los conceptos vistos en el transcurso de su carrera o sólo realizó una especie de "acto reflejo" ante las evaluaciones del profesor. En este sentido me parece muy esclarecedor lo mencionado por Campanario (2000):

*“Parece claro, pues, que las ideas previas son resistentes al cambio. El resultado es que los alumnos mantienen dos esquemas de conocimientos. (Subrayado mío) Por una parte, estarían sus conocimientos académicos sobre fenómenos, teorías, leyes, fórmulas y métodos para resolver problemas. Estos conocimientos académicos son útiles en el medio escolar dado que sirven para resolver ejercicios y para aprobar los exámenes tradicionales.”*

### **Propuesta de curso para la detección de ideas previas**

Con el objetivo de detectar ideas previas en alumnos de primer ingreso al CONALEP, se propone aprovechar el espacio pre-semestral que está programado para la realización del llamado “Curso de inducción”. A la par de este curso, la propuesta es que se trabaje con los alumnos, en la detección de preconcepciones que permitan a los profesores la elaboración de estrategias relacionadas con las asignaturas que les correspondan. De esta forma, en lugar de enfrentar directamente al alumno con temas de los que quizá conoce muy poco, o de los que tiene concepciones erróneas, pueden realizarse lo que Chamizo (2000) denominó *“aproximaciones al pensamiento científico”*, partiendo de la propia experiencia del alumno y de los fenómenos científicos de su entorno, mediante ejercicios, experiencias de cátedra o prácticas de laboratorio que “desafíen” sus concepciones alternativas sobre algunos fenómenos químicos o físicos. Dicho curso podría tener el siguiente formato:

**Datos de identificación del Curso-Taller**

|   |   |
|---|---|
| <b>Nombre del curso:</b>                              | <b>"YO SÉ QUE TÚ YA SABES... (IDEAS PREVIAS Y CAMBIO CONCEPTUAL)"</b>   |
| <b>Elaborado por:</b>                                 | <b>Alfredo Linares Olivares, CONALEP</b>  |
| <b>Tipo de curso:</b>                                 | <b>Taller</b>   |
| <b>Lapso de impartición:</b>                          | <b>Periodo pre-semestral, previo al inicio del primer semestre.</b>   |
| <b>Duración:</b>                                      | <b>10 Horas</b>   |
| <b>Número de participantes</b>                        | <b>30</b>   |
| <b>Propósito del curso</b>                            | <b>Ante la influencia que tienen las ideas previas en el aprendizaje de la ciencia, es fundamental su identificación como primer paso para inducir el cambio conceptual en el alumno.</b>   |
| <b>Objetivo general del curso</b>                     | <b>Identificar las ideas previas de los alumnos con el fin de elaborar estrategias de aprendizaje acordes a ellas para favorecer el cambio conceptual en el alumno</b>  |
| <b>Contenido del curso:</b>                           | <ol style="list-style-type: none"> <li><b>I. Detección de ideas previas</b></li> <li><b>II. Contextualización</b></li> <li><b>III. Experiencia de cátedra</b></li> <li><b>IV. Experiencia de laboratorio</b></li> <li><b>V. Conclusiones</b></li> </ol> |
| <b>Perfil del instructor</b>                          | <b>Profesores del CONALEP, con experiencia en enseñanza de las ciencias.</b>  |
| <b>Perfil de los participantes</b>                    | <b>Alumnos de primer ingreso a la carrera de Química Industrial del CONALEP.</b>  |
| <b>Requerimientos de entrada de los participantes</b> | <b>Estar inscrito en la carrera de Química Industrial.</b>  |
| <b>Requerimientos del lugar de impartición</b>        | <b>Aula y laboratorio con iluminación adecuada, amplia ventilación y medidas de seguridad requeridas.</b>   |
| <b>Mobiliario</b>                                     | <b>Sillas, mesas móviles e instalaciones de laboratorio.</b>  |
| <b>Equipo</b>   | <b>Computadora, cañón, proyector de acetatos, material y equipo de laboratorio de Química.</b>  |
| <b>Material didáctico</b>                             | <b>Rotafolios, plumones, pizarrón blanco, hojas de papel, revistas y periódicos, tijeras, pegamento y folios de papel bond.</b>   |

Programa del Curso-Taller dirigido a los alumnos de nuevo ingreso a la carrera de P. T. B. en Química Industrial, CONALEP

| "YO SÉ QUE TÚ YA SABES... (IDEAS PREVIAS Y CAMBIO CONCEPTUAL)"   |  | Página: 1 de 2  |  |         |  |
|--|--|---|--|---------|--|
| Elaboró: Alfredo Linares Olivares  |  |   |  |         |  |
| Objetivo general del curso: Identificar las ideas previas de los alumnos con el fin de elaborar estrategias de aprendizaje acordes a ellas para favorecer el cambio conceptual en el estudiante. |  |   |  |         |  |
| SESIÓN   | OBJETIVOS POR SESIÓN   | ACTIVIDADES   |  | TIEMPO  | RECURSOS   |
|  |  | Profesor  | Alumno   |         |  |
| I. Detección de ideas previas  | Al final de la sesión se detectarán algunas ideas previas en alumnos de primer ingreso               | - Presentar curso y explicar actividades                              |  | 15 min. | Fotocopias del Cuestionario, pizarrón blanco, plumones, acetatos con presentación e instrucciones. |
|  |  | - Realizar dinámicas de integración/presentación                      |  | 45 min. |  |
|  |  |   | - Responder el cuestionario: ¿Cambio Físico o Cambio Químico?  | 60 min. |  |
| II. Contextualización  | Al final de la sesión se ubicarán y reconocerán algunos fenómenos químicos en el entorno del alumno. | - Exponer conceptos de sustancia, reacción, y cambio físico y químico |  | 30 min. | Pizarrón blanco, plumones, acetatos con presentaciones e instrucciones.                            |
|  |  | - Explicar la actividad de Contextualización "Química en la casa"     | - "Química en la casa": a través de un collage o dibujos representar sustancias y sus aplicaciones domésticas. | 90 min. | Revistas, periódicos, tijeras, pegamento, plumones de colores y pliegos de papel bond.             |

**"YO SÉ QUE TÚ YA SABES... (IDEAS PREVIAS Y CAMBIO CONCEPTUAL)"**

Elaboró: Alfredo Linares Olivares

Página: 2 de 2

| SESIÓN                          | OBJETIVOS POR SESIÓN  |  | ACTIVIDADES   |                               | TIEMPO  | RECURSOS |
|---------------------------------|---|--|---|-------------------------------|---|----------|
|                                 | Profesor  | Alumno   | Profesor  | Alumno                        |   |          |
| III. Experiencia de cátedra.    | Al finalizar la sesión el alumno elaborará una explicación a un experimento que desafíe una idea previa.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el experimento "Hiriendo agua con hielo".</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar y exponer una explicación para el experimento realizado por el profesor.</li> </ul>               | <p>60 min.</p> <p>60 min.</p> | <p>El experimento se realizará en el laboratorio. Material y sustancias requeridas por el profesor. Bata y lentes de seguridad.</p> |          |
| IV. Experiencia de laboratorio. | Al finalizar la sesión el alumno elaborará hipótesis y conclusiones en torno a una propuesta de experimento que involucre alguna idea previa. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicar y coordinar los experimentos a realizar por los alumnos:</li> <li>- "Conservación del peso"</li> <li>- "Disolución del azúcar"</li> <li>- "Reducción del Cu (II)"</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Por equipos de 5 alumnos, elaborar una hipótesis que posteriormente someterá a experimentación.</li> </ul> | <p>30 min.</p> <p>90 min.</p> | <p>El experimento se realizará en el laboratorio. Material y sustancias requeridas por el profesor. Bata y lentes de seguridad</p>  |          |
| V. Conclusiones                 | Al finalizar la sesión se expresarán opiniones, comentarios, inquietudes y sugerencias por parte de los alumnos en relación con el curso.     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar una lluvia de ideas para captar las opiniones de los alumnos.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Participar en la lluvia de ideas y llenar una hoja con sus conclusiones.</li> </ul>                        | <p>60 min.</p> <p>60 min.</p> | <p>Pizarrón blanco, plumones, acetatos con presentación e instrucciones, plumones de colores y pliegos de papel bond.</p>           |          |

## Elementos de sustento para el curso

- I. **Detección primaria de ideas previas:** Por la limitante de tiempo, se propone la aplicación de un instrumento de detección (cada profesor puede elaborarlo o usar otro que considere más adecuado), que puede ser el cuestionario propuesto en este trabajo, en donde se hace una primera sistematización de la información vertida de primera mano por el alumno.
- II. **Contextualización:** Un elemento importante para crear la insatisfacción o conflicto con las ideas de los estudiantes es la *desmitificación* de la Química como algo exclusivo de laboratorios. La vulgar imagen del científico como el individuo (siempre un hombre), abstraído y distraído, de infaltable bata blanca, lentes redondos y cabellera ensortijada; rodeado de aparatosos equipos de donde se desprenden misteriosos humos, y que usualmente habla una jerga "científica" ininteligible (algunas veces con acento alemán), constituye un elemento importantísimo en la generación de una idea previa que asocia lo científico como algo extraño y esotérico, ajeno a las comunes actividades diarias de nuestro entorno y al que es casi imposible acceder.

Al descubrir y ubicar sustancias y actividades propias de un laboratorio en la casa o el trabajo, se empieza a destruir esta imagen y a asociar significados a términos y sustancias que antes quizá no le decían nada al alumno. Para ello un buen ejercicio es ubicar sustancias, sus propiedades y los usos que tienen en las actividades diarias; por ejemplo, realizar un catálogo de sustancias en la cocina que le permita al alumno saber que el *cloruro de sodio* es la sal común; que el *ácido acético diluido* es el vinagre, y así empezar a acceder al lenguaje químico.

- III. **Experiencia de cátedra:** En esta parte se propone la realización por parte del profesor, de un experimento que "desafie" *el más elemental sentido común*. No se requiere que sea muy complicado o complejo; pero sí que sea "espectacular" o por lo menos llamativo para que capte el interés del alumno. Esta sería la segunda aproximación a la detección de preconcepciones, pues ahora no sólo se pide al

alumno que justifique una respuesta, sino que elabore una explicación sobre un fenómeno que contradiga lo que cree que sabe. Nuevamente se deja al profesor la elección del experimento, pero uno muy adecuado y que se propone para el caso, es el realizado con alumnos de segundo semestre de la Facultad de Química de la UNAM (Flores, 2000) llamado: "Hirviendo agua con hielo":

*En un matraz de bola, de un litro de capacidad lleno de agua hasta la mitad, se calienta hasta ebullición. Se deja hervir durante 10 minutos como se observa en la figura 1. Se anota la temperatura de ebullición, se tapa con un tapón provisto de un termómetro y se coloca invertido como se ilustra en la figura 2. En estas condiciones se procede a colocar trozos de hielo sobre el matraz.*

Una vez hecho esto, lo que se observa es que el agua continúa hirviendo a temperaturas cada vez menores. Cabe hacer notar que se han alcanzado temperaturas de ebullición del agua hasta de 25°C. El desafío es que explique el fenómeno observado, pues el sentido común sugiere que, para que haya ebullición se requiere "calentamiento".

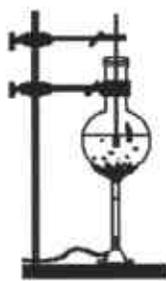


Fig. 1



Fig. 2

- IV. Experiencia de laboratorio.** Esta es una parte muy interesante, pues en esta no sólo se le solicitará al alumno la justificación o explicación de algún fenómeno; sino que ahora él mismo realizará la validación de alguna hipótesis suya. Para ello se le sugiere alguna experiencia muy sencilla de realizar y que no implique mucho tiempo. Pueden tomarse las situaciones planteadas en el cuestionario "¿Cambio Físico o Cambio Químico?", ante ellas el alumno predecirá lo que cree que

sucedirá, confrontará esto con la práctica y posteriormente dará una explicación ante las evidencias experimentales. Los experimentos sugeridos pueden ser:

- ❖ **Conservación del peso.** Colocar un pedazo de papel (puede probarse con nitrocelulosa, que se prepara sumergiendo un trozo de tela de algodón en una mezcla sulfonítrica, se deja secar y se emplea en lugar del papel) en un matraz, taparlo muy bien y pesar todo junto. Después colocar el matraz en un soporte universal con rejilla, calentarlo hasta que el papel se queme totalmente, quedando sólo cenizas y humo dentro del matraz y posteriormente volverlo a pesar. La pregunta sería: ¿Hay variación en el peso antes y después del experimento?
- ❖ **Disolución del azúcar.** Tener agua y azúcar por separado, pesar ambas sustancias y posteriormente mezclarlas. La pregunta sería: ¿Qué sucedió con el azúcar?
- ❖ **Reducción del Cu (II).** En una solución de nitrato de cobre (II), colocar granalla de zinc en proporción estequiométrica, para que este desplace al cobre. Las preguntas serían: ¿Qué le sucedió al cobre? ¿Qué pasó con el zinc?.

V. **Conclusiones.** Por la forma en que está planteado el curso, se va profundizando gradualmente en la detección de ideas previas, según se propone en el siguiente esquema:



Con esta dinámica, el nivel de razonamiento del alumno va en aumento, con lo que se pretende que vayan manifestándose sus concepciones alternativas. Aquí, cabe

aclearar, que se habla de dos tipos de conclusiones, uno como parte del curso en donde participan profesor y alumnos, para evitar que estos últimos se sientan excluidos de una actividad en la que fueron parte fundamental. Para ello se sugiere una actividad como la "lluvia de ideas", que tiene la ventaja de la espontaneidad en las respuestas y de no tener la presión, por parte del alumno, de sentirse evaluado.

En otro nivel están las conclusiones que el profesor obtiene en cuánto al tipo y complejidad de las ideas previas detectadas en los alumnos. Estas conclusiones serán sistematizadas y analizadas con los demás profesores que hayan participado en la impartición del curso. A partir de esta información, se puede iniciar el diseño de estrategias y materiales didácticos, relacionados a la asignatura que le corresponderá impartir.

Sería óptimo, que se conformara un banco de datos con las ideas que se vayan detectando, así como de las estrategias que se emplearon, tanto para su detección, como para su modificación.

A continuación, se exponen las conclusiones a las que se llegó en torno a la relación del conocimiento previo del alumno con la enseñanza de la Química a nivel técnico.

## CONCLUSIONES

En el contexto de la educación técnica, en el que la formación científica se requiere bien cimentada en sus conceptos elementales, preocupa el descubrir que muchas de las deficiencias arrastradas por los alumnos no sólo son producto de la crisis en la educación pública, en donde puede considerarse desde una deficiente preparación del profesorado, hasta la sistemática falta de recursos materiales y de apoyo a la docencia, sino que también son producto de una primaria concepción del mundo, que no sufrió modificación alguna, a pesar de haber sido *sometida* a un proceso de enseñanza de las ciencias, en nuestro caso de la Química. Como lo señala Campanario (2000): "... es frecuente encontrar estudiantes universitarios y licenciados que han terminado sus carreras y mantienen concepciones erróneas sobre los fenómenos científicos (subrayado mío).

Al descubrir la existencia de las ideas previas como andamiaje intelectual sobre el cual se construye determinada concepción de la naturaleza, se contempla un elemento más para entender el porqué no se produjo modificación alguna en la percepción del estudiante sobre determinados fenómenos naturales, y este parece ser el del cumplir "... funciones fundamentales para nuestra supervivencia (subrayado mío)" (Bañas, 2003). Es decir, las concepciones alternativas no sólo sirven para *comprender* nuestro entorno físico, sino también para desarrollarnos como parte de *él* y para generar un sentido de pertenencia, tan necesario para la autoafirmación personal, sobretudo en el adolescente, compartiendo con un grupo social una determinada concepción del mundo y una forma de comunicar conceptos, experiencias o vivencias, de ahí que se afirme que: "...los alumnos mantienen muchas veces su arsenal de ideas previas, que son útiles para entender la realidad y para interactuar con el medio que les rodea" (Campanario 2000). Queda claro que las preconcepciones no son negativas a priori si nos sirven para desarrollarnos y comunicarnos en un entorno no científico; mas si no se considera su influencia, sí inciden en una deficiente formación científica.

Los resultados obtenidos de la investigación sobre el tema que se realizó en estudiantes de Química de nivel técnico, permiten llegar a conclusiones, que aunque no son novedosas, sí proveen información sobre cómo se está formando al alumno de Química Industrial en el CONALEP. Para tal efecto, se concluirá enfocándose en tres aspectos: las ideas previas detectadas, el instrumento de detección y las propuestas para trabajar en su detección.

❖ **Ideas previas en alumnos de cuarto semestre de Química industrial.** Las ideas detectadas muestran las características propias de ellas: persistencia, coherencia interna y compatibilidad por un grupo. Esto demuestra que a pesar de haber cursado ya la parte formativa de la carrera (ver tabla 1, *Distribución de módulos por semestre y tipo*, página 14), no se produjo en los alumnos un cambio conceptual, ni siquiera en ideas menos elaboradas conceptualmente, como la materialidad de los gases. Esto indica que el alumno que sorteó con éxito el proceso de evaluación, no refleja necesariamente el aprendizaje correcto de los conceptos químicos y refuerza la idea del aprendizaje memorístico. Además, se puede aventurar un fenómeno de *retramiento intelectual*, en el que el estudiante fortifica sus ideas previas, ante la saturación de asignaturas que tiene que cursar y para las que aún no se le ha preparado adecuadamente. Esto puede explicar, desde mi perspectiva, el porqué ideas tan poco elaboradas sobreviven a la evidencia experimental y a la saturación de conceptos y definiciones que al alumno no le sugieren nada, salvo el requerirlas para aprobar un examen. En resumen, al tener que atender varias tareas, al educando no se le abre un espacio de reflexión sobre lo que cree saber, sino se le exige creer en lo que se le enseña.

❖ **Cuestionario como instrumento de detección.** El eje de la investigación fue la prueba de un cuestionario, como instrumento de detección de preconcepciones. Esto se enmarca en el diagnóstico y constituye una etapa decisiva en el trabajo con ideas previas, no sólo por su carácter primigenio, sino porque a partir de un diagnóstico acertado, se desprende un análisis adecuado y de este una estrategia conveniente a seguir.

A este respecto se concluye, que es más complicado realizar una detección de concepciones alternativas relacionadas con fenómenos químicos, que con fenómenos físicos, pues estos últimos son más evidentes a los sentidos. A pesar de ello, el primer cuestionario, con todo y sus fallas, respondió satisfactoriamente a lo que se pretendía. Esto se debe en parte a la presunción de ideas previas, pues ya se contaba con información sobre ellas. Si se requiere ampliarla, en principio quizá sea provechoso partir del uso de instrumentos en dónde no se encauce al estudiante en la elección de opciones preestablecidas y se le permita elaborar más libremente sus respuestas, con lo que se enriquece la investigación.

Sin embargo, es importante atender la construcción de una base de datos (esfuerzo realizado en la UNAM, por el Centro de Instrumentos), para que la tarea de detección no se vuelva repetitiva y se dupliquen esfuerzos. Por otro lado, si bien no debe desatenderse que los cuestionarios, o los instrumentos de detección en general, tienen que cumplir con las técnicas y metodologías para la elaboración pruebas escritas, no debe esperarse de ellos una evaluación del conocimiento, pues *no es ese su objetivo*.

Otro factor importante a considerar, es la perfectibilidad en los instrumentos de detección, pues la intención es mejorarlos en un proceso de validación o de ensayo y error, con el fin de hacerlos mejores o ampliarlos, considerando la evolución en los factores que influyen en la formación de ideas previas.

❖ **Propuestas de detección.** Aunque ya se abordó la importancia del instrumento, se debe contextualizar su aplicación; es decir, no sólo es aplicarlo y esperar que por sí mismo funcione. La idea de incluirlo en un curso, proviene de la necesidad de enfocar desde varias ópticas a las ideas previas, desarrollando diferentes estrategias. Así, el plantear diversas formas de conflicto con las ideas previas, puede brindar mayor riqueza en la información obtenida y esto no se logra, únicamente, con la aplicación de un cuestionario.

Por último, como se manifiesta en la literatura (Carrascosa, 2005), ya no es suficiente con la mera detección y descripción de las concepciones alternativas, lo que ahora se requiere es la elaboración teórica de un marco interpretativo, que dé respuesta al cómo y al porqué de tales concepciones, como señala el mismo Carrascosa (2000): "... (el) interés en profundizar y avanzar más allá de los estudios meramente descriptivos, es algo que continua reclamándose desde las principales revistas de didáctica de las ciencias." Para avanzar en este sentido se requiere, desde mi punto de vista, la integración de estos elementos:

- ❖ El reconocimiento del alumno como individuo capaz de elaborar su concepción del mundo y no como mero receptor de lo que se le enseña.
- ❖ La conciencia, por parte del profesor, de la existencia de ideas previas, tanto propias como de los alumnos.
- ❖ Comprender la función de estas ideas en la creación del conocimiento y partir de esto, favorecer el cambio conceptual.
- ❖ Desmitificar a la ciencia, en particular a la Química, como algo exclusivo de lugares, de equipos y de individuos *elegidos* para realizarla.

## REFERENCIAS

### ❖ ELECTRÓNICAS

*Breve Reseña Histórica, CONALEP*, consultado 3 de agosto de 2005 de [www.conalep.edu.mx](http://www.conalep.edu.mx)

*Carreras y Planes de Estudio, CONALEP*, consultado el 3 de agosto de 2005 de [www.conalep.edu.mx/wb2/Conalep/Cona\\_Carreras\\_y\\_Planes\\_de\\_Estudio\\_2003](http://www.conalep.edu.mx/wb2/Conalep/Cona_Carreras_y_Planes_de_Estudio_2003)

*Estructura Curricular, CONALEP*, consultado el 3 de agosto de 2005, de [www.conalep.edu.mx/wb2/Conalep/Cona\\_Estructura\\_Curricular](http://www.conalep.edu.mx/wb2/Conalep/Cona_Estructura_Curricular)

*Ideas previas, caracterización, CCADET, UNAM*, consultado el 3 de agosto de 2005 en <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm>

VARGAS, L. Ruth (1998), *Reestructuración Industrial, Educación Tecnológica y Formación de Ingenieros*, consultado el 3 de agosto de 2005 de <http://www.anuies.mx/principal/servicios/publicaciones/libros/lib26/indi.htm>

### ❖ BIBLIOGRÁFICAS Y HEMEROGRÁFICAS

ALEMÁN, B., RAFAEL, A. y PÉREZ, J. (2000), Enseñanza por cambio conceptual: de la Física Clásica a la Relatividad, *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (3), 463-471.

BAÑAS, C., MELLADO, V. y RUIZ, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura, *Campo Abierto*, **24**, 99-126

BORSESE, A., y ESTEBAN, S. (2005). Química, Educación Ambiental y Vida Cotidiana: El Ozono Troposférico, *Enseñanza de las Ciencias*, **23**, (2), 251-262.

CONALEP, (2004). Modelo Institucional de Calidad Acreditada y Certificada, México, D.F. Edición Especial de Cuadernos de Comunicación Interna, pag. 16.

CAMPANARIO, J. y OTERO, J. (2000) Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, **18**, (2), 155-169.

CARRASCOSA, J.(2005). El Problema de las Concepciones Alternativas en la Actualidad (Parte I). Análisis sobre las Causas que la Originan y/o Mantienen, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, (2), 183- 208.

CHAMIZO, J.A., (2000). La enseñanza de las ciencias en México. El paradójico papel central del profesor, *Educación Química*,11,(1), 132-136.

DE LA FUENTE, A.M., PERROTA, M. T., DIMA G., GUTIÉRREZ, E., CAPUANO, V., y FOLLARI,B. (2003). Estructura Atómica: Análisis y Estudio de las Ideas de los Estudiantes (8° de EGB), *Enseñanza de las Ciencias*, 21, (1), 123-134.

FLORES, S., HERNÁNDEZ G., y SÁNCHEZ, G. (1996). Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula, *Educación Química*, 7 (3), 142-144.

FURIÓ, C. y FURIÓ, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos, *Educación Química*, 11 (3), 300-308.

GABEL, D. (2000). Theory-Based Teaching Strategies for Conceptual Understanding of Chemistry, *Educación Química*, 11 ( 2), 236-243.

GARRITZ, A.(2000).De ideas previas y enseñanza de la química, *Educación Química*, 11 (2), 211-212.

PANSZA, M., PÉREZ, E. y MORAN, P. (2000). *Operatividad de la didáctica*, Unidad IV, "Elaboración de Programas", pag. 9 a 42, México, Ed. Guernika.

RAMONET, I. (1998). *Pensamiento crítico vs. Pensamiento único*, Madrid, Ed. Debate, pag. 22 a 23.

RAVILOLO, A., GENNARI, A., y ANDRADE, J. (2000). Integración conceptual en cursos de Química General, 11 (1), 178-181.

RAVILOLO, A. y MARTÍNEZ, M. (2003). Una revisión sobre las concepciones alternativas de los estudiantes en relación con el equilibrio químico. Clasificación y síntesis de sugerencias didácticas, *Educación Química*, 14 (3)159-164.

REIGOSA, C. E., y JIMÉNEZ M. P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 275-284.

RIBOLDI, L., PLIEGO, O. y ODETTI, H. (2004). El enlace químico: Una conceptualización poco comprendida, *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 195-212.

TREAGUST, D., REINDERS, D. y NIESWANDT, M. (2000). Sources of student's difficulties in learning Chemistry, *Educación Química*, 11 (2), 228-235.

TRINIDAD-VELASCO, R. y GARRITZ, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, *Educación Química*, 14 (2), 72-84.