



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**TESIS**

**CONCEPCIONES DEL PROFESORADO SOBRE LA  
ENSEÑANZA Y LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO  
EXPERIMENTAL EN QUÍMICA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO**

**PRESENTA**

**MARIO VASQUEZ AVENDAÑO**



**MÉXICO, D.F.**

**2011**



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:** Profesor: JESÚS GONZÁLEZ PÉREZ

**VOCAL:** Profesor: RAMIRO EUGENIO DOMÍNGUEZ DANACHE

**SECRETARIO:** Profesor: JOSÉ ANTONIO CHAMIZO GUERRERO

**1er. SUPLENTE:** Profesor: JUAN GÓMEZ DUEÑAS

**2° SUPLENTE:** Profesor: KIRA PADILLA MARTÍNEZ

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:** FACULTAD DE QUÍMICA  
**CIUDAD UNIVERSITARIA UNAM**

---

**ASESOR DEL TEMA:** JOSÉ ANTONIO CHAMIZO GUERRERO  
(nombre y firma)

**SUSTENTANTE:** MARIO VASQUEZ AVENDAÑO  
(nombre (s) y firma (s) )

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	4
1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	5
2. MARCO TEÓRICO	11
3. METODOLOGÍA	23
4. RESULTADOS	26
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
6. CONCLUSIONES	74
7. BIBLIOGRAFÍA	76
8. APÉNDICE	81

## AGRADECIMIENTOS

*A mi madre*

*“Quien ha sido un ejemplo de fortaleza y amor”*

*A mis hermanos:*

*Raúl, Juan Gabriel, Andrés Miguel, Luz María Virginia y José Roberto.*

*“Por la compañía y el apoyo que me brindan. Sé que cuento con ellos siempre”*

*A Carlos García Santiago y Joaquín García Santiago*

*“Por su apoyo, gracias”*

*A mis amigos*

*“Por su confianza y lealtad”*

*Este trabajo ha sido posible gracias a la Facultad de Química (UNAM), y con el apoyo de aquellas personas que de una u otra forma me ayudaron para su finalización. A todos ellos mi agradecimiento.*

*Agradezco al departamento de Química Inorgánica en especial a mi director de tesis el Dr. José Antonio Chamizo Guerrero, por su apoyo, atención e infinita paciencia, aclarando mis dudas, haciendo comentarios y sugerencias asertivas en todo momento, y revisando críticamente el texto.*

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el campo de la ciencia es imprescindible la enseñanza del trabajo en el laboratorio (Foster 1929; Deboer 1991), sin embargo, los docentes que enseñan ciencias, y en particular química, parecen tener distintos puntos de vista con respecto a la enseñanza experimental, recordemos que la enseñanza del trabajo experimental en ciencias en el nivel universitario data desde los inicios del siglo XIX (Layton, 1990), enfatizándose el desarrollo de habilidades enfocadas a la investigación y a la industria (Johnstone, 1993) desde entonces la enseñanza experimental de la química ya se impartía en Alemania.

La educación en ciencias se ha presentado a partir del trabajo teórico y el trabajo experimental (trabajos prácticos), desde esta perspectiva, generaciones de profesores han considerado que «hacer ciencia» es una buena estrategia para aprenderla, asumiendo que ambos trabajos son complementarios, pero en realidad es habitual que presenten problemáticas en sus interrelaciones (interferencias); es una práctica común que estos trabajos se realicen en distintos momentos, uno de los aspectos que parecen más problemáticos es la complementariedad de las prácticas para aprender conceptos teóricos, es decir, los alumnos no encuentran un vínculo de comprensión que les permita relacionar conceptos, teorías y leyes.

Por lo tanto, los modelos teóricos revisados (macroscópico empirista-Boyle, s. XVII; Lavoisier s. XVIII; microscópico atomista clásico - s. XIX, - y microscópico cuántico – química actual), tienen poca relación con las experiencias aprendidas en el trabajo práctico, en otros casos los alumnos no son conscientes del significado de los procedimientos científicos, incluso desconocen los principios teóricos de los equipos utilizados durante el trabajo práctico; consecuentemente los resultados esperados en relación a la enseñanza experimental suelen ser pobres en el mejor de los casos (Hodson, 1990), razón por la cual existe una postura radical que señala claramente este déficit del aprendizaje experimental y los altísimos costos del mismo; en consecuencia existen una serie de críticas que plantean la eliminación del trabajo en el laboratorio (Kirschner & Meester, 1988), porque consideran que el

trabajo en el laboratorio es una pérdida de tiempo y de recursos (Hofstein & Lunetta, 1982; Pickering, 1980).

Otra postura crítica pero flexible argumenta enfáticamente que el aprendizaje en el laboratorio es valioso y debe ser revisado, mantienen una postura en relación a la complejidad involucrada en la enseñanza del laboratorio, aspectos como: cognición, afectividad y psicomotricidad (desconocimiento de lo que puede hacerse desde el trabajo práctico), y se da por hecho que la enseñanza en el laboratorio tiene un valor en el programa de estudios.

En los últimos 30 años se ha debatido seriamente acerca de las diversas modalidades de la enseñanza experimental, de ellos no hay quien ponga en duda la necesidad e importancia del trabajo experimental, por lo mismo, los elementos fundamentales del debate son: la efectividad de la enseñanza experimental, los objetivos que hace que los alumnos sean participantes de las actividades experimentales (alumnos activos), el uso y aplicación de tecnologías, el uso de un manual de prácticas y las diversas fuentes para la obtención de experimentos. También se ha propuesto una mejor forma de perfilar las prácticas para que el estudiante además de aprender ciencias, deba aprender “sobre” la ciencia y aprender a “hacer” ciencia (Barbera & Valdés, 1996; Hodson, 1996; White, 1996).

En la enseñanza del trabajo en el laboratorio se precisan los niveles de participación del alumno en relación al problema a resolver, las posibles formas de resolverlo y quien resuelve (Herron, 1971; Tamir, 1989, cit. por Chamizo, 2009).

TABLA 1. Niveles de participación del alumno durante la solución de un problema.

<b>Nivel de Investigación</b>	<b>Problema</b>	<b>¿Quién proporciona el método de resolución?</b>	<b>Respuesta</b>
<b>0</b>	Profesor(a) / libro de texto	Profesor(a) / libro de texto	Profesor(a) / libro de texto
<b>1</b>	Profesor(a) / libro de texto	Profesor(a) / libro de texto	Alumno(a)
<b>2</b>	Profesor(a) / libro de texto	Alumno(a)	Alumno(a)
<b>3</b>	Alumno(a)	Alumno(a)	Alumno(a)

En la tabla (1) el nivel de indagación 0 consiste en la comprobación práctica de los principios teóricos, es decir, el estudiante previo a la actividad experimental ya conoce el objetivo de la práctica y el resultado final, además se proporciona el método de resolución, por lo tanto, los materiales que va a utilizar. En los trabajos prácticos con un nivel de indagación 1, el estudiante aprende a seguir las instrucciones de un método o de un instrumento, así como las técnicas específicas de observación y manipulación, también conoce el objetivo de la práctica. Los niveles de indagación 0 y 1 han predominado en la enseñanza experimental educativa, por lo mismo no han mostrado un avance importante en el aprendizaje de las ciencias, porque el problema y el método es proporcionado por el profesor o el libro de texto y en estas circunstancias los estudiantes asumen una actitud pasiva, de hecho, existe una falta de comprensión del papel fundamental de la actividad científica dentro del trabajo en el laboratorio.

En los niveles de indagación 2 y 3 se requiere la participación activa de los estudiantes, en el nivel 2 el estudiante identifica el problema y propone el método de más apropiado para resolverlo, este tipo de trabajos prácticos se basan en las prácticas de investigación, en el nivel 3 los estudiantes realizan una investigación, el objetivo puede ser propuesto por ellos. Las actividades en el laboratorio no necesariamente se llevan a cabo por medio de una metodología concreta, sino por el contrario; en muchos casos existen una diversidad de actividades que son de utilidad para el trabajo experimental, se presentan características en común; son realizadas por los alumnos, su participación muestra un grado variable en el diseño y ejecución de la misma.

Existen diferentes procedimientos científicos durante el trabajo práctico (observación, planteamiento del problema, elaboración de la hipótesis, técnicas de manipulación, ejecución del experimento, análisis de resultados, organización y manejo de datos, conclusiones), dentro de los cuales se considera que el alumno dedica mucho tiempo realizando observaciones, midiendo, manipulando aparatos y describiendo los resultados que se caracterizan por ser tareas de un bajo nivel de indagación: conocimiento, comprensión y aplicación (Tamir & García, 1992).

El trabajo en el laboratorio también contribuye positivamente en la enseñanza del alumno por ejemplo:

1) incrementando la motivación hacia el interés en la enseñanza de las ciencias experimentales.

2) permitiendo la comprensión de los planteamientos teóricos propios de la ciencia, así como el desarrollo del razonamiento científico (objetivo).

3) facilitando la enseñanza y el aprendizaje de los procedimientos científicos (su estructura y significado) y el desarrollo de actitudes relacionadas con el conocimiento científico (curiosidad, confianza en sus propios recursos, apertura hacia los demás, trabajo en equipo, etc.).

Hay evidencias que indican que el estilo utilizado por los profesores, los contenidos seleccionados en sus actividades de aprendizaje, el contexto en el que presentan los conceptos científicos y la naturaleza como se proponen las actividades al estudiante, determinan la imagen de lo que es la ciencia para el profesorado (Albadalejo, Grau, Guasch & De Manuel, 1993), su estilo y su imagen de la ciencia influye sobre la formación del concepto de ciencia en el estudiante, así como su función y su naturaleza (Jungwirth, 1971).

Las actividades del laboratorio realizadas dentro del campo educativo, se describen como una serie de actividades que comúnmente presentan las siguientes características (Del Carmen, 2004):

TABLA 2. Actividades del trabajo experimental en la educación.

Son llevadas a cabo por los alumnos en diferentes niveles de participación tanto en el diseño, la ejecución como el informe final.
Implican procedimientos científicos (método científico) y diferentes grados de aproximación en particular entre alumnos y alumnas.
Regularmente se realizan dentro de un laboratorio.
Implican considerar medidas de protección y seguridad.
Su organización es más compleja a diferencia de las actividades realizadas en un salón.

Para un trabajo eficaz dentro del laboratorio se sugiere que el profesorado sólo aporte elementos (pautas indicativas) que faciliten la participación del alumno donde sea capaz de elaborar el diseño experimental e incluso el profesorado se puede apoyar de investigaciones parciales e investigaciones guiadas, de tal manera que ira transfiriendo el control de las investigaciones al alumnado (Lock, 1990).

Los aspectos para evaluar al alumno sugieren una evaluación inicial (conocimientos previos), que permitan identificar y enfatizar sobre los inconvenientes que se pueden presentar durante las actividades prácticas, asimismo llevar a cabo un seguimiento del trabajo realizado (evaluación formativa), indispensable para asesorar o ayudar al alumno, finalmente llevar a cabo una recapitulación y síntesis, tanto los alumnos como el profesor para que los alumnos valoren sus conclusiones (evaluación sumativa).

Es importante que los objetivos establecidos en el trabajo práctico, sean claros no solo por parte profesor sino también para los alumnos para asegurar una evaluación adecuada. La forma tradicional de enseñar el trabajo práctico implica al final un informe escrito por los alumnos, el cual es entregado al profesor, sin embargo, si bien es cierto que el trabajo en el laboratorio es una experiencia interesante para los estudiantes, no siempre está satisfactoriamente ligada al estudio teórico a lo largo de la asignatura.

## **OBJETIVOS**

Esta investigación presenta y analiza las opiniones de algunos profesores mexicanos con respecto a la enseñanza y la evaluación del trabajo experimental, utilizando como instrumentos dos cuestionarios traducidos al español a partir del proyecto: PL95-2005 «LABWORK IN SCIENCE EDUCATION», financiado por la Comunidad Europea (CE).

Los cuestionarios se aplicaron en el «*Primer Simposium de Enseñanza Experimental de Química 2004*» en la Facultad de Química (UNAM), en el que participaron más de 60 profesores provenientes de ocho dependencias de nivel bachillerato y licenciatura de la UNAM (tabla 3a), dedicados a la enseñanza experimental y/o teórica (tabla 3b y 4).

TABLA 3a y 3b. Nivel y experiencia en la enseñanza experimental.

Nivel de enseñanza en la UNAM	%
Bachillerato	51
Carrera	49

Experiencia impartiendo la enseñanza experimental (años)	%
0-10	33
Más de 10	66

TABLA 4. Enseñanza teórica y experimental.

Tipo de enseñanza	%
Profesor de teoría	3
Profesor de laboratorio	16
Profesor de teoría y laboratorio	81

Los cuestionarios fueron los siguientes:

- I. LOS OBJETIVOS DOCENTES ALREDEDOR DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.
- II. LA ORGANIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

Mediante estos instrumentos se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

1. Identificar la importancia del trabajo experimental y su relación con el trabajo teórico.
2. Determinar si el tipo de trabajo práctico que se está ofreciendo cumple eficazmente con los objetivos planteados.
3. Identificar si los trabajos prácticos motivan a los alumnos.
4. Determinar si los manuales de laboratorio facilitan el aprendizaje, y si son adecuados para la educación en química.
5. Identificar los principales criterios para evaluar el trabajo práctico.

## 2. MARCO TEÓRICO

La enseñanza experimental es esencial para aprender ciencias, necesaria para que los profesores enseñen a los estudiantes ciencias; la experimentación dispone de actividades elementales hasta complejas y a veces su utilidad es puesta en duda (N Tombela, 1999). Algunos estudios mencionan que los trabajos experimentales tienden a ser carentes de sentido, poco interesantes e incluso frustrantes (Mohrig, 2004), mucho se ha dicho de la importancia del trabajo experimental para aprender las disciplinas científicas pero los trabajos de laboratorio se desarrollan siguiendo instrucciones de receta (Reigosa y Jiménez, 2000), y es una práctica común que el alumno tenga serias dificultades para relacionar el modelo teórico con la interpretación de los resultados obtenidos (Ryder & Leach, 2000); en este sentido es necesario señalar que el Education Department (USA) en el código de 1882 menciona “la enseñanza de los alumnos en materias científicas se llevará a cabo principalmente con experimentos”, además recordemos que los primeros registros de la enseñanza experimental de química datan desde principios del siglo XIX (Lockemann 1953; Oesper, 1927).

Por lo mismo hay quienes critican el trabajo experimental en química porque (Siso y Briceño, 2010):

1. El profesorado enfatiza en las respuestas correctas por lo tanto el laboratorio se enfoca a verificar cosas conocidas.
2. El trabajo de laboratorio es solo un trámite de naturaleza académica, en donde se realizan experiencias desvinculadas y sin aplicación alguna.
3. La cantidad de instrucciones que el alumno recibe es un problema que impide el éxito de un verdadero aprendizaje.
4. La forma desorganizada y poco o nada productiva de los trabajos prácticos les confiere poco valor educativo.

En el caso de los cursos de química la enseñanza es teórica y práctica, por un lado la teoría está enfocada a la “exposición”, por el otro en el trabajo práctico intervienen elementos a considerar como son las propias experiencias adquiridas por los alumnos, la habilidades que desarrollan, su interacción con los materiales, etc., el aprendizaje de las ciencias es bidireccional, es decir, los

conocimientos aprendidos presumiblemente están concatenados entre el trabajo teórico y el experimental. En los últimos años se sugirió que el trabajo en el laboratorio permitía a los estudiantes desarrollar capacidades cognitivas, actitudes relacionadas particularmente con la ciencia, habilidades en los procesos científicos, comprensión de la ciencia y la adquisición de nuevos conocimientos científicos (conceptos), sin embargo, esto aún no está probado (Lagowski, 2004).

Ante las críticas es necesario redimensionar el papel de la enseñanza de laboratorio y su importancia en la enseñanza moderna de las ciencias, por ello es fundamental desarrollar habilidades de alto nivel, las cuales muestran el nivel de pensamiento crítico, productivo y creativo del alumno (Orlik, 2002).

En un estudio sobre el efecto de las estrategias de enseñanza tridimensional-sensorial comparadas con la enseñanza bidimensional o unidimensional (Kwon, 1998), se observa una puntuación significativamente más alta en las estrategias orientadas a la manipulación (laboratorio), por lo que concluyeron que la forma más efectiva para aprender ciencias es la enseñanza basada en el laboratorio (experimentación). Con el apoyo de recursos tecnológicos - digitales se aborda el trabajo teórico y el trabajo experimental, las conferencias FIPSE (FIPSE, 1989) describen de forma general las técnicas con base digital que han probado su utilidad para el aprendizaje de los alumnos y la enseñanza de los profesores.

Aprovechando el potencial de estas tecnologías digitales se ha concluido que: el aprendizaje debe ser más activo; los libros debían ser más delgados; debería haber menos conferencia; el currículum debería ser más orientado al laboratorio y los cursos deberían estar mejor integrados. Sin embargo, el papel de la tecnología en el desarrollo científico no es considerado en la mayoría de las prácticas de laboratorio, porque los diseños experimentales se presentan como recetas ya preparadas y se excluye de las experiencias de las relaciones ciencia- tecnología (Maiztegui *et al.*, 2002).

Con frecuencia la enseñanza en el laboratorio está separada temporalmente de la parte teórica o expositiva, por lo tanto, resulta difícil para los estudiantes relacionar con profundidad los temas desarrollados dentro de

una exposición formal con una experiencia en particular del laboratorio. En base en lo anterior se recomiendan actividades adecuadas de tareas en casa a través de técnicas interactivas de computación e incluso la creación de grupos con problemas individualizados, propiciando que el trabajo de laboratorio sea mucho más útil cuando el alumno cuenta con un conocimiento previo a la actividad que van a realizar dentro del laboratorio.

El empleo de sensores (pH, temperatura, conductividad, adsorción de luz, etc) también facilita el trabajo dentro del laboratorio en aspectos como: la obtención y el procesamiento de los datos de manera rápida, también permite que los alumnos se concentren en las aplicaciones y el análisis, estas herramientas que sirven para reunir información, permiten centrar el conocimiento en los niveles más elevados de la taxonomía de Bloom (Bloom, 1956), en esta taxonomía el autor clasifica los objetivos educativos o procesos cognitivos en seis categorías jerarquizadas, los de alto orden cognitivo son: análisis, síntesis y evaluación, también las experiencias de experimentos interactivos se pueden utilizar como estrategias para incrementar las experiencias en el laboratorio o para anticipar la propia experiencia en el laboratorio, las cuales dependen de la aplicación de habilidades cognitivas.

(Shiland, 1999) propone que la actividad cognitiva se incrementará si durante del trabajo experimental se potencian y desarrollan procesos cognitivos de mayor complejidad, para ello es necesario que el alumno diseñe el procedimiento de la práctica o que se reduzca la información proporcionada en los guiones.

En general los profesores consideran importante el trabajo en el laboratorio, sin embargo, en la mayoría de los casos los objetivos planteados por ellos, distan mucho de sus razones y motivos para que el alumno participe en el trabajo experimental (Lych, 1987). Teniendo en cuenta los objetivos del profesorado se pueden observar las siguientes categorías:

TABLA 5. Categorías del trabajo en el laboratorio.

1. Para motivar (estimular el interés y la diversión)
2. Para enseñar las técnicas de laboratorio.
3. Para intensificar el aprendizaje del conocimiento científico.
4. Para dar una idea sobre el método científico (habilidad para usarlo).
5. Para desarrollar actitudes científicas.

Tratando de realizar una valoración crítica del trabajo en el laboratorio resulta oportuno analizar cada categoría.

#### **a) MOTIVACIÓN**

En general los alumnos disfrutaban al realizar actividades durante la clase, desarrollando actitudes positivas hacia la ciencia (Keys, 1987), en el caso del trabajo en el laboratorio existe cierta aversión a dichas experiencias (Head, 1982). Gardner y Gauld (1990), afirmaban que los estudiantes disfrutaban del trabajo en el laboratorio aunque no todos con la misma convicción, aunque con la edad se observa una disminución significativa por el interés del trabajo en el laboratorio (Lych y Ndyetabura, 1984). Por otro lado el interés por las actitudes científicas no parece mostrar diferencia alguna entre alumnas y alumnos (Kelly, 1988; Murphy, 1994). Solo que los alumnos muestran ser más activos y “parecen más interesados” (Tobin, 1988; Taber, 1992), sin embargo, las chicas en las investigaciones abiertamente científicas abordan los problemas con la misma confianza (APU, 1989). Un estudio con alumnos pertenecientes a escuelas de Auckland (Nueva Zelanda), con edades comprendidas entre 13 y 17 años, el 57% muestra disposición hacia el trabajo en el laboratorio, 40% menciona que les gusta cuando comprenden lo que están haciendo o cuando están haciendo sus propios experimentos y muestran cierto disgusto cuando el experimento sale mal (Hodson, 1990).

## **b) ADQUISICIÓN DE HABILIDADES**

Se consideran de dos tipos, el primero se basa en destrezas generales libres de contenido, lo cual supone que éstas son transferibles a otros campos de estudio e incluso como parte de la cotidianidad del individuo. El segundo tipo se basa en el desarrollo de habilidades, destrezas y técnicas de investigación básica esenciales para futuros científicos y técnicos. Sin embargo, este argumento es éticamente dudoso porque implica una complejidad aún mayor si tomamos en cuenta que no todos los estudiantes están o estarían interesados en estudiar ciencias en niveles avanzados, también el profesor tendría que predecir la futura generación de empleos y las ofertas del trabajo en los laboratorios.

Incluso resulta difícil poder saber si las habilidades aprendidas por los estudiantes podrán ser transferibles a un contexto de laboratorio en el que se emplean equipos altamente sofisticados y/o automatizados, ante estas críticas algunos profesores se inclinan por la enseñanza a través de destrezas. En relación a este punto existen suficientes estudios en los que el tipo de experiencias prácticas desarrolladas en clase no dan lugar a la adquisición de ninguna de tales destrezas (Apu, 1982 y 1985; Toothacker, 1983; Newman, 1985).

## **c) y d) APRENDER CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS Y APRENDER LOS MÉTODOS DE LA CIENCIA**

No hay argumentos contundentes para afirmar que el trabajo práctico sea un medio superior a otros métodos, para adquirir determinados conocimientos, y hay autores que incluso afirman que son menos útiles (Hofstein y Lunetta, 1982; Kirschner y Meester, 1998; Gunstone y Champagne, 1990; Tobin, 1990). En un estudio sobre tres maneras de enseñar biología: clase - discusión, trabajo de laboratorio – discusión, clase - demostración del profesor – discusión, se observó que el trabajo práctico demostraba significativamente cierta ventaja únicamente relacionado al desarrollo de técnicas del laboratorio (Yager, et al., 1969).

En el caso de las investigaciones sobre el conocimiento adquirido por los alumnos en relación a la investigación científica resultan poco alentadores e incluso es frecuente que el trabajo práctico individual resulte contraproducente porque podría dar lugar a una comprensión equivocada o distorsionada de lo que es metodología científica (Millar, 1989; Selley, 1989 y Klopfer, 1990), un ejemplo de estos problemas fueron el resultado de la aplicación de los métodos de aprendizaje por descubrimiento.

### **e) ACTITUDES CIENTÍFICAS**

La inculcación de actitudes científicas es importante para el desarrollo de los planes de estudio sobre ciencias (Fraser, 1977; Schibeci, 1984), en general los profesores señalan que los estudiantes aprecian la actividad científica si adoptan una postura objetiva, libre de prejuicios, y con la flexibilidad de tomar en cuenta otras ideas, evitando emitir juicios apresurados. Con base en lo anterior el profesorado es consciente del papel de las actitudes, pero con frecuencia son minimizadas o ignoradas como parte de los objetivos y los contenidos educativos, como consecuencia no se planifican ni evalúan y quedan fuera del curriculum explícito. También es cierto que la medida de las actitudes adolece de un parámetro conceptual como consecuencia de una problemática de índole metodológico, porque el problema central radica en como se miden las actitudes (Shrigley y Koballa, 1984).

El punto débil de la investigación sobre las actitudes relacionadas con la ciencia se concretaban en reducir las actitudes como un medio para mejorar el aprendizaje de la ciencia, y la falta de una definición precisa de los distintos objetos posibles de actitudes relacionadas con la ciencia. Afortunadamente la propuesta del concepto multidimensional de las actitudes relacionadas con la ciencia se concretó en una taxonomía que permite una definición más precisa y delimitada de cada objeto de actitud (Vázquez y Manassero, 1995).

Esta taxonomía constituye un paso metodológico necesario para evaluar correctamente las actitudes, ofrece validez pero además permite la incorporación de otras actitudes como contenidos independientes e importantes de las ciencias.

Los elementos básicos de la taxonomía comprenden:

1. Enseñanza de la ciencia.
2. Imagen de la ciencia.
3. Incidencia social de la ciencia.
4. Características de la ciencia.

Durante la enseñanza de las ciencias, a los estudiantes se les pide que comprendan el problema e incluso que realicen una propuesta metodológica para resolver dicho problema, previo al trabajo práctico, durante la actividad práctica se les pide que manejen los aparatos o equipos asimismo la recopilación de datos, que diferencien los resultados obtenidos con los esperados e interpreten, concluyan y presenten un informe al respecto, el cual generalmente presenta una redacción impersonal y con ciertas ambigüedades.

En este sentido se crean una serie de barreras (interferencias) que dificultan el aprendizaje. Ante estas interferencias los estudiantes adoptan diferentes estrategias (Johnstone y Wham, 1982) tales como: un enfoque de “receta” siguiendo solo instrucciones paso a paso; concentración en un solo aspecto del experimento; mostrar un comportamiento aleatorio, es decir, como si estuviera muy ocupado sin tener que hacer nada; mirar a sus compañeros para ver que hacen y copiar por imitación y convertirse en ayudantes de un grupo dirigido por otros compañeros.

Con frecuencia es difícil determinar en la práctica la intención específica contenida en una lección en particular, porque los profesores tienden a utilizar durante el trabajo práctico un manual de laboratorio uniforme que forma parte integral del curso. Quizás sea aconsejable tomar en cuenta durante la planeación del trabajo experimental, los principales aspectos de la enseñanza de las ciencias:

a) El aprendizaje de la ciencia, adquiriendo y desarrollando conocimientos teóricos, considerando que el proceso del trabajo experimental no es posible integrarlo sin conocimientos conceptuales y/o además aprender teorías científicas a partir del mundo de los fenómenos (prácticas de verificación,

construcción de modelos teóricos, etc.) donde se manifiesta que la construcción de la teoría es un proceso empírico (Seré, 2002).

b) El aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, desarrollando un entendimiento de la naturaleza y los métodos propios de la ciencia, siendo conscientes del contexto ciencia – sociedad, favoreciendo el logro de los objetivos epistemológicos para el desarrollo de una visión adecuada de la ciencia se requieren contextos particulares y propuestas interdisciplinarias.

c) La práctica de la ciencia, adquiriendo conocimiento técnico sobre la investigación científica y la solución de problemas, estos conocimientos procedimentales pueden usarse para generar autonomía en trabajos abiertos (investigación) y proyectos.

No debe asumirse que con una actividad práctica es posible cumplir con los objetivos anteriores, ya que tiene que diferenciarse la práctica de la ciencia y la enseñanza – aprendizaje de la ciencia (Kirschner, 1992).

## **EL APRENDIZAJE DE LA CIENCIA**

Es importante conocer las investigaciones relacionadas a los conocimientos científicos de los jóvenes, en particular la adquisición y el desarrollo de conceptos, sobre todo si pretendemos que los propósitos del aprendizaje sean cumplidos; recordemos que el aprendizaje es un proceso dinámico en el que los estudiantes construyen y reconstruyen su propio entendimiento a partir de sus experiencias (Osborne y Wittrock, 1983 y 1985; Driver y Bell, 1986; Shuell, 1987). Un estímulo para que se propicie el desarrollo conceptual, necesita reconocer que en ocasiones existen contradicciones e incongruencias en las ideas (Inhelder y Piaget, 1958), sin embargo, el profesor se concentra en aspectos muy concretos, a través de trabajos prácticos, por ello se dedica el mínimo espacio para que los estudiantes analicen los conceptos subyacentes, es decir, a menudo el profesor es quien determina el problema, propicia la generación de la hipótesis, el diseño experimental y los métodos para manipular e interpretar los datos obtenidos, mientras que el alumno tiene un margen muy estrecho para construir sus propios significados.

## **EL APRENDIZAJE SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA**

Es frecuente que los mensajes sobre la naturaleza de la ciencia sean transmitidos implícitamente, específicamente a través del lenguaje de la instrucción, el material biográfico y el diseño de las experiencias del aprendizaje, en este sentido, sobre todo el trabajo en el laboratorio y las tareas escritas, son elementos que integran un plan de estudios de ciencias “oculto” de gran potencialidad (Herron, 1977).

Para asegurar el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia es importante convertir lo implícito en explícito, otro aspecto importante es el empleo cuidadoso de un modelo filosóficamente válido, así como la aportación consciente de cómo se transmite el conocimiento. Dentro de la comunidad científica además se debe contextualizar que la ciencia está influida por consideraciones socioeconómicas, políticas, culturales, éticas y morales, el estudiante debe ser capaz de considerar teorías realistas basadas en la predicción y el establecimiento de medidas de control (Hodson, 1993b).

## **LA PRÁCTICA DE LA CIENCIA**

En este apartado se pretende que el estudiante practique la ciencia con un sentido, que sea capaz de emplear los métodos y procedimientos científicos para resolver problemas e investigar fenómenos. Por lo mismo se requiere de un modelo de ciencia filosóficamente válido, además si el alumno tiene la posibilidad de aprender sobre la naturaleza de la ciencia, él puede tener cierta ventaja si consideramos que la ciencia comprende cuatro elementos necesarios:

- a. Una fase de diseño y planificación (plantean preguntas, formulan las hipótesis, se determina la metodología y la técnicas a utilizar.
- b. Una fase de realización (realizan diversas operaciones y se recolectan datos)
- c. Una fase de reflexión (interpretación de los hallazgos experimentales)
- d. Una fase de registro y una elaboración de un informe (se anota el procedimiento y su razón fundamental, los resultados obtenidos, su interpretación y las conclusiones)

Para comprender la naturaleza de la ciencia debemos considerar que los científicos utilizan su experiencia para abordar un problema, a esta experiencia es lo que según Polany (1958), llama maestría. En este sentido para aprender a hacer ciencia no es suficiente con llevar a cabo una serie de pasos (receta) o una serie de procesos que se apliquen de la misma forma para todo campo de investigación. Para los científicos aprender a hacer ciencia requiere una reflexión continua, la habilidad y el conocimiento para determinar la planeación de la investigación con éxito. A esta forma de hacer ciencia es lo que (Cheung y Taylor, 1991) llaman “doble espiral del conocimiento”.

Ante los desafíos de la enseñanza de las ciencias es momento de valorar lo que nos aporta en particular el trabajo experimental (experiencia). Podemos enumerar los tipos de resultados:

1. Comprender la teoría.
2. Aprender toda esa teoría.
3. Realizar experimentos que muestren ciertas realidades, hechos y aparatos que utilizan esas teorías.
4. Aprender a rehacer las mismas experiencias.
5. Aprender procedimientos y los caminos para usarlos cuando sea necesario aplicarlos a un proceso completo de investigación.

Por lo tanto, si queremos aprovechar los beneficios propios del trabajo práctico es necesario aprovechar las ventajas, ya conocidas y analizadas en todo trabajo práctico; como es el caso de la motivación que estos trabajos aportan al estudiante (Lunneta y Tamir, 1979), el interés por el razonamiento concreto inherente al propio experimento y el interés por visualizar los fenómenos y su implicación de la conceptualización propia de la ciencia.

También es necesario reflexionar sobre los objetivos que permiten alcanzar los trabajos prácticos para ilustrar claramente la originalidad del experimento, con base en los objetivos conceptuales, procedimentales, actitudinales y epistemológicos. A raíz del proyecto europeo de investigación didáctica (Sére, 1998), se abordan las siguientes problemáticas en términos de los trabajos prácticos:

- a. ¿Pueden los conocimientos teóricos estar al servicio del trabajo práctico?
- b. ¿Cómo están los conocimientos procedimentales al servicio del trabajo práctico?
- c. ¿Qué papel asignar a las actitudes hacia la ciencia para que estén al servicio del trabajo práctico?

1. Los trabajos prácticos (experiencias), en algunas ocasiones son utilizados por los profesores para favorecer el aprendizaje conceptual (Hucke y Fisher, 1998) “la práctica está al servicio de la teoría”. Existen trabajos prácticos para verificar una ley o simplemente exponen una ley ampliamente conocida. En algunos casos los aspectos teóricos (ideas) no se distinguen completamente de los aspectos prácticos (objetos), a nivel bachillerato existen trabajos prácticos que utilizan objetos en los que es imprescindible conocer sus aspectos teóricos de lo contrario se hace difícil la comprensión y el manejo de los mismos (por ej. la jaula de Faraday). Por otro lado también existen objetos que resuelven este tipo de aspectos teóricos y prácticos a los que se les califica de aparatos de “intellectually constructed things” (Jenkins, 1999), también esto ocurre con diversos instrumentos de medición (Hacking, 1983), a los que denomina “theory made objects”. Así, este tipo de objetos son manipulados y utilizados cuando los estudiantes comprenden las numerosas nociones teóricas involucradas, lo cual lleva al estudiante a la planeación del trabajo práctico, considerando la disponibilidad del equipo y los sistemas que aseguran la reproducibilidad de los resultados.

2. Los conocimientos procedimentales son esencialmente saberes prácticos, es decir, proporcionan la concepción del experimento y racionalizan la acción. Además estos saberes forman parte de las evaluaciones (Coquidé – Cantor y Desbeaux – Salviat, 2001). Los estudiantes tienen dificultades ante la aplicación de tales procedimientos pues muestran una conciencia pobre al utilizar dichos procedimientos, a pesar, de ser los mejores procedimientos para observar y medir. Esta situación nos enfrenta a la pasividad intelectual de los estudiantes al no entender estos procedimientos, es necesario poner a disposición de los alumnos tanto procedimientos como otras tantas herramientas necesarias para que el aprendizaje del alumno coadyuve a la autonomía durante los trabajos prácticos.

3. Actitudes hacia la ciencia: Las actitudes hacia las ciencias en términos generales es una predisposición por la cual hay una reacción favorable o desfavorable en relación a un objeto que puede ser una cosa, una persona o una institución (Doña y Salinas, 2001), dentro de la concepción epistemológica significa la comprensión de la naturaleza epistemológica de conceptos, leyes, teorías y modelos (Velazco y Salinas, 2001). Durante el trabajo en el aula o en el laboratorio, el objetivo principal es el aprendizaje conceptual, es decir, algunas veces tiene poca importancia el método y el procedimiento científico, generando así un ambiente en el cual los alumnos asumen una postura pasiva, es decir, no se encuentran motivados para comprender la importancia de los métodos y los procedimientos.

En un estudio centrado en el papel del trabajo en el laboratorio en la enseñanza de las ciencias en los niveles de bachillerato y en los dos primeros años universitarios (en física, química y biología), realizado en Dinamarca, Francia, Alemania, Gran Bretaña, Grecia e Italia todos ellos miembros de Comunidad Europea (CE), muestran los siguientes resultados:

1. La relación entre la teoría y la práctica es el propósito más importante en ambos niveles.
2. El aprendizaje de la metodología científica es menos importante que la integración de conocimientos teóricos y prácticos, sin embargo, es más importante que la motivación, el desarrollo personal, y la competencia social en el bachillerato.
3. En el nivel universitario la motivación, el desarrollo personal, y la competencia social son más importantes que en el bachillerato.
4. El aprendizaje de las habilidades experimentales se clasifica como el más importante para el análisis del laboratorio en la universidad (formación profesional), que para el bachillerato (formación general).

Los estudiantes sin excepción parecen valorar cualquier desafío cognitivo inherente al trabajo experimental, de tal forma que es pertinente y necesario; hacer los experimentos adecuados que tengan objetivos bien claros y que cumplan con su función, permitiendo tener una medida del control e independencia suficiente (Watts y Ebbutt, 1998; Blis, 1990; Ebenazer y Zoller, 1993)

### 3. METODOLOGÍA

a) Para alcanzar los objetivos planteados se analizaron dos cuestionarios en los que se investigan los objetivos, la organización y la evaluación del trabajo en el laboratorio (ver apéndice), en general constan de los siguientes apartados:

**TABLA 6. Cuestionario I. Los objetivos docentes alrededor del trabajo experimental.**

<b>1. DATOS PERSONALES:</b> Comprende el nivel de enseñanza que se imparte, importancia de la enseñanza experimental, experiencia en la enseñanza experimental y las principales problemáticas para su adecuada enseñanza.
<b>2. OBJETIVOS GENERALES DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO:</b> Se plantea la relación del trabajo teórico con el práctico, el aprendizaje de habilidades experimentales, el aprendizaje de la metodología científica, incrementar la motivación y evaluar el conocimiento adquirido.
<b>3. CATEGORÍAS ESPECIALES AL INTERIOR DE CADA OBJETIVO EN EL LABORATORIO:</b> Comprenden los propósitos que favorecen cumplir con los objetivos generales.
<b>4. MODALIDADES ESPECIALES DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO:</b> Comprende las formas como se desarrolla el trabajo experimental.
<b>5. COMENTARIOS ADICIONALES</b>

**TABLA 7. Cuestionario II. La organización y evaluación del trabajo experimental.**

<b>1. DATOS GENERALES:</b> Comprende el nivel de enseñanza que se imparte, importancia de la enseñanza experimental, experiencia en la enseñanza experimental y las principales problemáticas para su adecuada enseñanza.
<b>2. EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS:</b> Propósitos de la evaluación.
<b>3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN:</b> Se plantean los criterios para la evaluación.
<b>4. ORGANIZACIÓN EN EL LABORATORIO:</b> Formas del trabajo en el laboratorio.
<b>5. ORGANIZACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS:</b> Características principales.
<b>6. COMENTARIOS ADICIONALES.</b>

b) La muestra fueron 60 profesores participantes del *1 Simposium de Enseñanza Experimental* invitados especialmente a esta reunión. La integraron profesores de laboratorio de los departamentos de QO, QA, QIN, Qalimentos, Farmacia, Bioquímica, FQ, así como de cada plantel del bachillerato de la UNAM y de las Facultades de Ciencias, Ingeniería, Medicina, FES Cuautitlán, FES Zaragoza.

c) Para facilitar el trabajo a partir de los cuestionarios I y II se consideraron los apartados que proporcionan información con respecto a los objetivos propuestos para esta investigación. A continuación se mencionan en el siguiente cuadro:

CUADRO 1. Correspondencia entre los objetivos y los cuestionarios.

OBJETIVOS	CUESTIONARIO I	CUESTIONARIO II
1. Identificar la importancia del trabajo experimental y su relación con el trabajo teórico.	- Del apartado 1 se utiliza la pregunta IV.	- Del apartado 4 se utiliza la pregunta 10.
2. Determinar si el tipo de trabajo práctico que se está ofreciendo cumple eficazmente con los objetivos planteados.	- Del apartado 1 se utiliza la pregunta V. - Se utilizan los apartados 2, 3 y 4	- Del apartado 4 se utilizan las preguntas 8, 9, 11, 13 y del apartado 5 la pregunta 15.
3. Identificar si los trabajos prácticos motivan a los alumnos.	- Se utiliza del apartado 3 la opción D y el propósito 4 del apartado 4.	
4. Determinar si los manuales de laboratorio facilitan el aprendizaje, y si son adecuados para la educación en química.		- Del apartado 5 se utiliza la pregunta 14.
5. Identificar los principales criterios para evaluar el trabajo práctico.		- Del apartado 2 se utiliza la pregunta 1 y del apartado 3, las preguntas 2, 3, 5, 6 y 7.

Para el primer objetivo del Cuadro 1 se utiliza la pregunta IV del apartado (Datos Generales) del cuestionario I y la pregunta 10 del apartado 2 (Organización en el Laboratorio) del cuestionario II, de forma similar se utilizaron ambos cuestionarios para los objetivos correspondientes.

En particular para el análisis del objetivo 3 con base en las tablas 10, 14 y 19 del cuestionario I se derivaron las tablas 10a, 14a y 19a.

d) Para simplificar el procesamiento de datos con respecto a las categorías al interior de cada objetivo (parte 3) y a las modalidades del trabajo en el laboratorio (parte 4) del cuestionario I, las ponderaciones se agruparon en dos. Se calcularon las frecuencias correspondientes y se emplearon para cada apartado las siguientes dicotomías: muy importante e importante se le asignó el término «Representativo», de la misma manera para la ponderación poco importante y sin importancia se le asignó el término «Fútil». De forma similar para las ponderaciones muy útil y útil se le asignó el término «Beneficioso» y para las ponderaciones poco útiles y sin utilidad se le asignó «Inutilizable». Con estas agrupaciones se construyeron los cuadros del 2 al 8 a partir de las tablas 11 a la 22, para fines prácticos se presentan en el análisis de resultados y discusión.

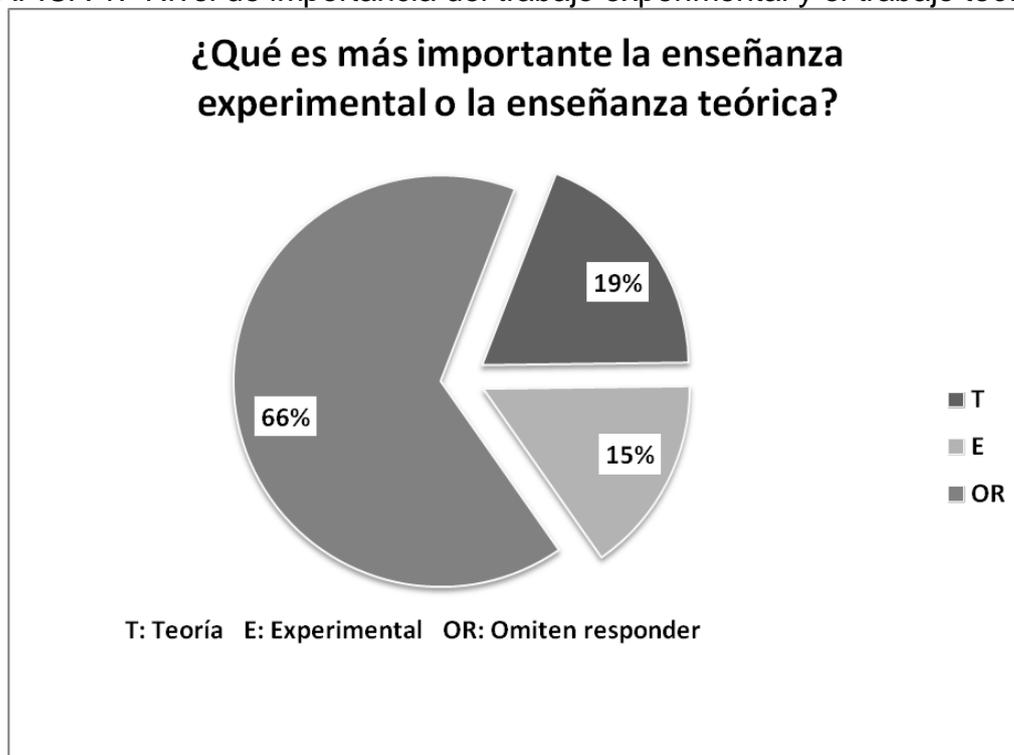
e) Del mismo modo se procedió para los siguientes apartados del segundo cuestionario: los objetivos de la evaluación, la información oral o escrita y la organización del manual de prácticas, las ponderaciones se agruparon en dos y se calcularon las frecuencias correspondientes empleando para cada apartado las siguientes dicotomías: frecuentemente y algunas veces se le asignó el término «Habitualmente» de la misma manera para las ponderaciones casi nunca y nunca se le asignó el término «Jamás». Con estas agrupaciones se construyeron los cuadros 10 al 15 a partir de las tablas 25, 28, 29, 30, 31, 32 y 33 para fines prácticos se presentan en el apartado: análisis de resultados y discusión.

e) Las tablas y los datos se procesaron con Excel®.

## 4. RESULTADOS

### 1 IDENTIFICAR LA IMPORTANCIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL Y SU RELACIÓN CON EL TRABAJO TEÓRICO

GRÁFICA 1. Nivel de importancia del trabajo experimental y el trabajo teórico.



Número de profesores ( $n_{total} = 58$ )

TABLA 8. En el laboratorio que usted enseña, ¿Cuál es la relación con la teoría? Señale la opción que corresponde.

	Número de profesores*	%
L10: Existe una relación muy cercana entre la teoría y el laboratorio.	25	42
L11: Existe una relación muy cercana entre la teoría y el laboratorio pero por cuestiones de organización muchas veces existe un desfase en los tiempos.	30	52
L12: No hay relación entre la teoría y el laboratorio.	3	6

\* Profesores ( $n = 58$ )

## 2 DETERMINAR SI EL TIPO DE TRABAJO PRÁCTICO QUE SE ESTÁ OFRECIENDO CUMPLE EFICAZMENTE CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

TABLA 9. Mayor obstáculo para una adecuada enseñanza experimental.

Número de profesores	CUESTIONARIO 1 n=58
	%
Escaso presupuesto	19
Poco tiempo dedicado al trabajo experimental	24
Desvinculación con la teoría	40
El tamaño de los grupos (más alumnos de los indicados)	31
Otro	28

### OBJETIVOS DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO

Los profesores ( $n_{\text{total}} = 57$ ) respondieron de acuerdo a la importancia que le otorgan a los siguientes objetivos.

TABLA 10. Objetivos del trabajo experimental.

	ORDEN DE PRIORIDAD (%)				
	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
A. Aprendizaje de la metodología científica.	31	17	30	16	3
B. Aprendizaje de habilidades experimentales.	12	33	35	17	2

TABLA 10. Objetivos del trabajo experimental.

	ORDEN DE PRIORIDAD (%)				
	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
C. Evaluar el nivel de conocimiento de los alumnos.	3	3	3	21	68
D. Unir la teoría con la práctica.	24	24	24	19	7
E. Fomentar la motivación, desarrollo personal y competencia social*.	26	24	7	24	19

Número de profesores ( $n_{\text{total}} = 58$ )

CATEGORIAS ESPECIALES AL INTERIOR DE CADA OBJETIVO DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO

TABLA 11. **A: PARA QUE LOS ESTUDIANTES UNAN LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA.**

SUBCATEGORÍAS	N		Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
	Válidos	Inválidos				
A1: Facilitar el entendimiento de la teoría.	59	1	33	25	1	0
A2: Verificar las leyes de la ciencia.	57	3	11	32	12	2
A3: Ilustrar diversos fenómenos a los estudiantes.	59	1	22	31	6	0
A4: Hacer explícitos diversos métodos experimentales.	58	2	19	26	12	1

**TABLA 11. A: PARA QUE LOS ESTUDIANTES UNAN LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA.**

SUBCATEGORÍAS	N		Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
	Válidos	Inválidos				
A5: Hacer observaciones y realizar experimentos que sean útiles en futuras discusiones sobre las teorías científicas.	59	1	33	18	8	0
A6: Profundizar a través de ejemplos los temas del currículo.	58	1	17	34	6	1
A7: Introducir notación y terminología científica.	59	1	7	29	21	1
A8: Resolver problemas que provienen de otro experimento.	58	2	7	33	16	1
A9: Demostrar aplicaciones técnicas.	58	2	6	29	22	1
A10: Ayudar a recordar hechos y principios.	58	2	10	29	16	3

**TABLA 12. B: PARA QUE LOS ESTUDIANTES ADQUIERAN HABILIDADES EXPERIMENTALES.**

	N		Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
	Válidos	Inválidos				
B1: Lograr la experiencia en las técnicas comunes experimentales.	58	2	19	26	13	0
B2: Aprender, practicándolo, un procedimiento determinado.	59	1	17	24	16	2
B3: Aprender y practicar como se escribe un informe de laboratorio.	59	1	12	30	14	3
B4: Aprender a hacer observaciones cuidadosas.	59	1	41	18	0	0
B5: Aprender a trabajar apropiadamente con seguridad.	59	1	39	18	2	0
B6: Analizar los errores experimentales.	59	1	46	13	0	0

**TABLA 13. C: PARA QUE LOS ESTUDIANTES APRENDAN LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA.**

	N		Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
	Válidos	Inválidos				
C1: Conocer la forma de trabajar profesionalmente de los científicos.	58	2	11	33	12	2
C2: Aprender a pensar científicamente.	58	2	35	19	3	0
C3: Desarrollar las habilidades científicas de planeación y experimentación.	59	1	43	16	0	0
C4: Desarrollar una forma crítica de interpretación de datos.	59	1	45	14	0	0
C5: Aprender a manejar la ciencia como una serie compleja de redes y sistemas.	58	2	13	18	21	4
C6: Conocer los diversos métodos epistemológicos, (inductivo, deductivo, etc.)	59	1	9	35	15	0
C7: Aprender a enfrentar las dificultades del manejo de equipo especializado.	58	2	7	26	17	7

**TABLA 14. D: PARA QUE LOS ESTUDIANTES INCREMENTEN SU MOTIVACIÓN, DESARROLLO PERSONAL Y COMPETENCIA SOCIAL.**

	N		Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
	Válidos	Inválidos				
D1: Desarrollar su interés.	59	1	45	13	1	0
D2: Disfrutar de la actividad experimental.	59	1	36	22	1	0
D3: Desarrollar habilidades generales de comunicación e interacción.	59	1	40	17	2	0
D4: Que el profesor promueva la motivación y que el estudiante sea motivado.	58	2	45	12	1	0
D5: Aprender cómo trabajar en equipo.	59	1	39	15	5	0
D6: Desarrollar valores éticos propios de la ciencia, como la responsabilidad, la tolerancia, el cuidado del medio ambiente.	59	1	49	9	1	0

**TABLA 15. E: PARA QUE EL MAESTRO IDENTIFIQUE EL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SUS ALUMNOS.**

	N		Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
	Válidos	Inválidos				
E1: Identificar las ideas previas, o errores conceptuales de sus alumnos.	58	2	47	10	1	0
E2: Evaluar el conocimiento teórico de sus alumnos.	58	2	11	41	6	0
E3: Evaluar el conocimiento experimental de sus alumnos.	58	2	27	24	7	0

MODALIDADES ESPECIALES DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO

TABLA 16. **PROPÓSITO 1: PARA QUE EL ESTUDIANTE SEA CAPAZ DE UNIR LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	58	2	17	38	3	0
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	58	2	44	14	0	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	35	22	2	0
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	59	1	6	21	31	1
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	59	1	8	35	16	0

**TABLA 17. PROPÓSITO 2: PARA QUE EL ESTUDIANTE APRENDA HABILIDADES EXPERIMENTALES.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	59	1	6	23	27	3
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	59	1	46	13	0	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	40	18	1	0
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	59	1	12	23	23	1
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	59	1	10	30	17	2

**TABLA 18. PROPÓSITO 3: PARA QUE EL ESTUDIANTE CONOZCA LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	59	1	8	27	24	0
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	58	2	34	22	2	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	34	20	5	0
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	59	1	9	26	19	5
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	58	2	9	24	21	4

TABLA 19. **PROPÓSITO 4: PARA LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	59	1	28	18	12	1
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	59	1	49	9	1	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	36	19	4	0
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	58	2	6	21	28	3
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	59	1	12	30	14	3

**TABLA 20. PROPÓSITO 5: PARA APOYAR EL DESARROLLO PERSONAL DE LOS ESTUDIANTES.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	57	3	4	18	33	2
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	57	3	31	22	4	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	34	19	5	1
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	59	1	7	16	30	6
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	59	1	17	25	13	4

**TABLA 21. PROPÓSITO 6: PARA MEJORAR LAS CAPACIDADES SOCIALES DE LOS ESTUDIANTES, COMO EL TRABAJO EN EQUIPO.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	59	1	5	7	39	8
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	59	1	40	18	1	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	46	11	1	1
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	59	1	8	22	24	5
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	57	3	11	16	26	4

**TABLA 22. PROPÓSITO 7: PARA EVALUAR EL CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS.**

	N		Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
	Válidos	Inválidos				
1. Las demostraciones de clase son:	59	1	11	13	18	17
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	59	1	38	21	0	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	59	1	35	19	3	2
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	59	1	8	17	27	7
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	59	1	8	25	21	5

## ORGANIZACIÓN EN EL LABORATORIO

TABLA 23. Porcentaje de tiempo dedicado por el profesorado a las diferentes formas de desarrollar el trabajo en el laboratorio en cada semestre.

FORMAS DE DESARROLLAR EL TRABAJO EXPERIMENTAL	%			
	80 - 100	60 - 70	30 - 50	0 - 25
L1: El alumno sigue un manual de prácticas que especifica el problema planteado, el método a seguir y el resultado esperado. (n=24)	2	1	6	15
L2: El alumno sigue un manual de prácticas que especifica el problema planteado, el método a seguir, pero no el resultado esperado. (n=43)	15	7	13	8
L3: El alumno puede elegir el método mediante el cual desarrolla un problema. (n=28)	1	1	8	18
L4: El alumno puede elegir un problema de su interés y plantear el método para desarrollarlo. (n=34)	1	0	5	28

TABLA 24. Tiempo total dentro del laboratorio estimado para cada una de las siguientes actividades.

ACTIVIDADES	80 - 100	50 - 75	25 - 40	0 - 20
L5: Actividad típica de laboratorio en pequeños grupos interactuando con materiales y equipo siguiendo instrucciones precisas del profesor. (n=48)	9	20	7	12
L6: Actividades abiertas (investigaciones en la que los alumnos deciden que hacer). (n=31)	0	4	0	27
L7: Trabajo con computadoras, C.D. ROM, Videos. (n=31)	0	0	0	31
L8: Actividades parciales: sesiones de planeación, interpretación y discusión de los resultados. (n=39)	0	4	4	31
L9: Otras por favor, especifique. (n=9)	2	2	1	4

TABLA 25. Normalmente durante el trabajo de laboratorio se proporciona a los estudiantes información oral o escrita. De las siguientes funciones que puede tener esta información por favor señale cual es el caso en el laboratorio que usted enseña.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
L13: Dar información sobre el marco teórico.	54	6	32	15	5	2
L14: Dar instrucciones sobre la forma en la que se debe llevar a cabo un experimento.	56	4	36	16	4	0
L15: Señalar las preguntas de investigación.	53	7	30	20	3	0
L16: Guiar el procesamiento de datos.	54	6	22	22	8	2
L17: Guiar la interpretación y el análisis de los resultados.	54	6	25	20	5	4
L18: Dar información sobre las normas de seguridad que deben seguirse.	55	5	39	12	4	0
L19: Otra función (por favor especifique).	----	----	3	1	0	0

TABLA 26. ¿Tiene usted la libertad para diseñar y proponer experimentos en el laboratorio, o estos son definidos por el departamento en el que labora?

	N		Número de profesores	%
	Válidos	Inválidos		
SI	47	13	47	82
NO	47	13	10	18

TABLA 27. Del trabajo que usted realiza en el laboratorio, por favor, considere que porcentaje del tiempo se llevan a cabo cada uno de los siguientes tipos de trabajos prácticos.

TRABAJO	%							
	10	20	25	30	40	60	80	100
Tp1. Experiencias: Actividades cuyo objetivo es familiarizarse con un fenómeno determinado. (n=40)	10	14	1	8	3	2	2	0
Tp2. Experimentos Ilustrativos: Actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos. (n=39)	11	13	3	5	3	1	2	0
Tp3. Ejercicios prácticos: Actividades para desarrollar específicamente habilidades prácticas, estrategias de investigación o habilidades de comunicación en un contexto científico. (n=40)	7	15	4	9	4	0	0	1

TABLA 27. Del trabajo que usted realiza en el laboratorio, por favor, considere que porcentaje del tiempo se llevan a cabo cada uno de los siguientes tipos de trabajos prácticos.

TRABAJO	%							
	10	20	25	30	40	60	80	100
Tp4. Experiencias para contrastar hipótesis: Experimentos que permiten contrastar hipótesis establecidas por los alumnos o por el profesor para la interpretación de los fenómenos. (n=35)	9	14	5	3	0	2	0	2
Tp5. Investigaciones: Actividades diseñadas para dar a los alumnos y las alumnas la oportunidad trabajar como científicos (as) en la resolución de problemas. Pueden ser teóricos o prácticos. (n=30)	7	11	4	5	0	1	1	1

### 3 IDENTIFICAR SI LOS TRABAJOS PRÁCTICOS MOTIVAN A LOS ALUMNOS

TABLA 10a. Habilidad a adquirir durante el trabajo experimental.

	ORDEN DE PRIORIDAD (%)				
	Muy alta	Alta	Regular	Baja	Muy baja
Fomentar la motivación, desarrollo personal y competencia social.	26	24	7	24	19

Número de profesores ( $n_{\text{total}} = 58$ )

**TABLA 14a. D: PARA QUE LOS ESTUDIANTES INCREMENTEN SU MOTIVACIÓN, DESARROLLO PERSONAL Y COMPETENCIA SOCIAL.**

	Muy importante	Importante	Poco importante	Sin importancia
Desarrollar su interés.	45	13	1	0
Disfrutar de la actividad experimental.	36	22	1	0
Desarrollar habilidades generales de comunicación e interacción.	40	17	2	0
Que el profesor promueva la motivación y que el estudiante sea motivado.	45	12	1	0
Aprender cómo trabajar en equipo.	39	15	5	0
Desarrollar valores éticos propios de la ciencia, como la responsabilidad, la tolerancia, el cuidado del medio ambiente.	49	9	1	0

**TABLA 19a. PROPÓSITO 4: PARA LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES.**

	Muy Útiles	Útiles	Poco Útiles	Sin Utilidad
1. Las demostraciones de clase son:	28	18	12	1
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	49	9	1	0
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	36	19	4	0
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	6	21	28	3
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	12	30	14	3

#### 4 DETERMINAR SI LOS MANUALES DE LABORATORIO FACILITAN EL APRENDIZAJE, Y SI SON ADECUADOS PARA LA EDUCACIÓN EN QUÍMICA

##### ORGANIZACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS

Si usted utiliza en el laboratorio un manual de prácticas, señale de qué forma están planteados los siguientes aspectos:

TABLA 28. 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
Mp1: Como verificación o ilustración de relaciones ya establecidas, o como, aplicación de una técnica.	55	5	20	26	7	2
Mp2: Como verificación o ilustración de relaciones ya establecidas, o como, aplicación de una técnica con algún aspecto parcial por resolver.	45	15	16	24	2	3
Mp3: Como un problema a resolver.	50	10	20	19	7	4
Mp4: Otro, por favor especifique.	-----	-----	2	0	0	0

TABLA 29. 2. LA HIPÓTESIS A CONTRASTAR EN EL TRABAJO.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
Mp5: Son mencionadas.	49	11	12	21	14	2
Mp6: Son específicas de antemano.	48	12	11	20	13	4
Mp7: Requieren la participación de los alumnos.	52	8	33	14	4	1
Mp8: Otro, por favor especifique.	-----	-----	0	0	0	0

TABLA 30. 3. EL DISEÑO EXPERIMENTAL ES PRESENTADO.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
Mp9: Elaborado como una receta.	54	6	18	23	8	5
Mp10: Elaborado en general, dejando sólo algunos detalles para ser resueltos por los estudiantes.	52	8	20	21	7	4
Mp11: Propiciando la participación de los alumnos.	53	7	12	27	12	2
Mp12: Otro, por favor especifique.	----	----	1	2	0	0

TABLA 31.

4. EL ANÁLISIS DE RESULTADOS.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
Mp13: Se propone de manera muy esquemática.	49	11	12	25	10	2
Mp14: Se propone alguno que permita analizar con profundidad, a la luz de las hipótesis y el cuerpo de conocimientos, incluyendo la comparación con otros equipos.	55	5	27	20	5	3
Mp15: Otro, por favor especifique.	----	----	3	0	0	0

TABLA 32.

5. LA CONSIDERACIÓN DE PERSPECTIVAS ABIERTAS.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
Mp16: Se menciona.	54	6	10	29	14	1
Mp17: Se proponen algunos problemas derivados.	52	6	8	31	12	1
Mp18: Se consideran algunas relaciones ciencia – tecnología – sociedad.	51	9	20	18	11	2
Mp19: Otro, por favor especifique.	----	----	1	0	0	0

## 5. IDENTIFICAR LOS PRINCIPALES CRITERIOS PARA EVALUAR EL TRABAJO PRÁCTICO

### LA ORGANIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

TABLA 33. Objetivos de la evaluación.

	N		Frecuentemente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
	Válidos	Inválidos				
O1: Clasificar a los alumnos según su nivel de conocimiento.	53	7	6	11	13	23
O2: Conocer las ideas de los alumnos y planificar la enseñanza.	55	5	30	16	8	1
O3: Conocer las dificultades de los alumnos y las alumnas en su aprendizaje.	56	4	35	17	4	0
O4: Determinar el nivel alcanzado por los alumnos después de la enseñanza.	53	7	37	16	0	0
O5: Comunicar a los alumnos el resultado del proceso de enseñanza.	55	5	25	17	11	2
O6: Comparar los resultados obtenidos al inicio, a lo largo y al final del proceso de enseñanza.	55	5	27	20	7	1
O7: Que los alumnos conozcan sus procesos de aprendizaje.	56	4	20	23	9	4
O8: Otros propósitos. Por favor, especifique.	-----	-----	7	1	0	1

## MÉTODOS DE EVALUACIÓN

TABLA 34. En el curso que usted enseña.

	N		Si	%
	Válidos	Inválidos		
En el curso que usted enseña: ¿se evalúa el trabajo de los estudiantes en el laboratorio?	56	4	56	100
El trabajo en el laboratorio: ¿se toma en cuenta para la calificación final?	57	3	57	100

¿Qué proporción de la evaluación del laboratorio (aproximadamente) se basa en cada una de las categorías listadas?

TABLA 35. Categorías del trabajo experimental y la relación con su evaluación.

CATEGORIAS	PROPORCIÓN				
	5-15	20-33	35-50	60-70	90-100
I. Observación de los estudiantes durante la sesión de laboratorio. (n=43)	17	24	2	0	0
II. Resultados experimentales obtenidos por los estudiantes. (n=47)	19	27	0	1	0
III. Informes escritos por los estudiantes. (n=50)	10	30	6	3	1

TABLA 35. Categorías del trabajo experimental y la relación con su evaluación.

CATEGORIAS	PROPORCIÓN				
	5-15	20-33	35-50	60-70	90-100
IV. Exámenes o cuestionarios. (n=46)	15	27	4	0	0
V. Otros, por favor especifique (n=16)	7	8	0	1	0
VI. ¿Qué porcentaje de la calificación final se le da en el laboratorio? (n=39)	0	24	9	2	1

TABLA 36. Criterios de menor a mayor importancia al evaluar el informe escrito de laboratorio de un estudiante.

	ORDEN DE PRIORIDAD					
	7	6	5	3	2	1
11. Una descripción precisa de la forma en que se desarrolló el trabajo. (n=47)	3	17	12	5	7	3
12. Adquisición correcta de datos. (n=30)	2	7	13	4	2	2
13. Ideas creativas/originales (modificar la pregunta o el aparato). (n=46)	0	4	5	13	9	15
14. Discusión detallada de la calidad de los datos. (n=47)	0	4	5	18	11	9
15. Efectividad del trabajo en equipo. (n=40)	2	8	10	9	8	3
16. Interpretación concienzuda de los resultados experimentales. (n=45)	1	2	5	6	18	13
17. Otros aspectos (muy) importantes. Por favor, especifique. (n=11)	1	1	0	0	1	8

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Identificar la importancia del trabajo experimental y su relación con el trabajo teórico.

Los profesores que contestaron los cuestionarios en el “*Primer Simposium de Enseñanza Experimental de Química 2004*”, el 81% imparten el trabajo teórico y experimental (tabla 4), en contraste a la pregunta ¿Qué es más importante la enseñanza teórica o la experimental? Dos terceras partes de los profesores no tomaron postura y de la tercera parte que contestó, el 19% considera que es más importante el trabajo experimental y el 15% considera más importante el trabajo teórico (gráfica 1), desde esta perspectiva, con las precauciones que hay que tener una vez que no todos los profesores explicitaron su opinión, la enseñanza de las ciencias y en particular la química necesita del trabajo experimental, por lo tanto, es imprescindible superar las dificultades que conlleva a través de propuestas estratégico-didácticas que permitan obtener mejores resultados durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Respecto a la enseñanza del trabajo experimental y su integración con el trabajo teórico el 52% del profesorado menciona que existe una relación muy cercana con la teoría, sin embargo, afirma que el mayor obstáculo es un desfase en los tiempos, únicamente el 42% del profesorado encuentra una relación muy cercana entre ambos trabajos y una minoría (8%) afirma que no hay relación (tabla 8). Con base en lo anterior aproximadamente la mitad del profesorado contestó que no favorece adecuadamente la integración de los conocimientos experimentales con los teóricos.

Ante la falta de integración del trabajo experimental con el teórico la enseñanza predominantemente esta descontextualizada, es decir, el alumno es incapaz de unir los conocimientos prácticos con las estructuras conceptuales, por lo mismo, solo recordará experimentos desconectados (aislados), por lo anterior, existen problemas de planificación y organización del trabajo en el laboratorio que faciliten la integración de conocimientos porque además estos problemas de integración repercutirán en la forma y en los criterios como se viene evaluando el trabajo experimental.

**2. Determinar si el tipo de trabajo práctico que se está ofreciendo cumple eficazmente con los objetivos planteados.**

Los profesores afirman que los principales obstáculos para una adecuada enseñanza experimental están orientados esencialmente en tres aspectos (tabla 9):

- a) Su desvinculación con el trabajo teórico;
- b) El tamaño de los grupos (mayor número de alumnos) el cual incide negativamente en el proceso enseñanza–aprendizaje.
- c) El tiempo dedicado al trabajo experimental.

Asimismo el profesorado opina que durante el trabajo en el laboratorio se deben cumplir los siguientes objetivos (tabla 10):

- i) Unir la teoría con la práctica.
- ii) Aprender habilidades experimentales.
- iii) Aprender la metodología científica.
- iv) Fomentar la motivación, el desarrollo personal y la competencia social.

Para facilitar análisis de este objetivo la información de las tablas 11-15 (Categorías Especiales) se agrupo en los cuadros del 2 al 6.

**CUADRO 2. Para que los estudiantes, unan la teoría con la práctica.**

CATEGORÍAS	REPRESENTATIVO (R)	FÚTIL (F)	N	% R	% F
A1: Facilitar el entendimiento de la teoría.	58	1	59	98	2
A2: Verificar las leyes de la ciencia.	43	14	57	75	25
A3: Ilustrar diversos fenómenos a los estudiantes.	53	6	59	90	10
A4: Hacer explícitos diversos métodos experimentales.	45	13	58	76	24

**CUADRO 2. Para que los estudiantes, unan la teoría con la práctica.**

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>REPRESENTATIVO (R)</b>	<b>FÚTIL (F)</b>	<b>N</b>	<b>% R</b>	<b>% F</b>
A5: Hacer observaciones y realizar experimentos que sean útiles en futuras discusiones sobre las teorías científicas.	51	8	59	86	14
A6: Profundizar a través de ejemplos los temas del currículo.	51	7	58	88	12
A7: Introducir notación y terminología científica.	36	22	59	61	39
A8: Resolver problemas que provienen de otro experimento.	40	17	58	69	31
A9: Demostrar aplicaciones técnicas.	35	23	58	60	40
A10: Ayudar a recordar hechos y principios.	39	19	58	67	33

**CUADRO 3. Para que los estudiantes adquieran habilidades experimentales.**

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>REPRESENTATIVO (R)</b>	<b>FÚTIL (F)</b>	<b>N</b>	<b>% R</b>	<b>% F</b>
B1: Lograr la experiencia en las técnicas comunes experimentales.	45	13	58	76	24
B2: Aprender, practicándolo, un procedimiento determinado.	41	18	59	69	31
B3: Aprender y practicar como se escribe un informe de laboratorio.	42	17	59	71	29

**CUADRO 3. Para que los estudiantes adquieran habilidades experimentales.**

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>REPRESENTATIVO (R)</b>	<b>FÚTIL (F)</b>	<b>N</b>	<b>% R</b>	<b>% F</b>
B4: Aprender a hacer observaciones cuidadosas.	59	0	59	100	0
B5: Aprender a trabajar apropiadamente con seguridad.	57	2	59	97	3
B6: Analizar los errores experimentales.	59	0	59	100	0

**CUADRO 4. Para que los estudiantes aprendan la metodología científica.**

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>REPRESENTATIVO (R)</b>	<b>FÚTIL (F)</b>	<b>N</b>	<b>% R</b>	<b>% F</b>
C1: Conocer la forma de trabajar profesionalmente de los científicos.	44	14	58	76	24
C2: Aprender a pensar científicamente.	54	3	57	95	5
C3: Desarrollar las habilidades científicas de planeación y experimentación.	59	0	59	100	0
C4: Desarrollar una forma crítica de interpretación de datos.	59	0	59	100	0
C5: Aprender a manejar la ciencia como una serie compleja de redes y sistemas.	31	25	56	55	45

**CUADRO 4. Para que los estudiantes aprendan la metodología científica.**

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>REPRESENTATIVO (R)</b>	<b>FÚTIL (F)</b>	<b>N</b>	<b>% R</b>	<b>% F</b>
C6: Conocer los diversos métodos epistemológicos, (inductivo, deductivo, etc.)	44	15	59	74	26
C7: Aprender a enfrentar las dificultades del manejo de equipo especializado.	33	24	57	56	44

**CUADRO 5. Para que los estudiantes incrementen su motivación, desarrollo personal y competencia social.**

<b>CATEGORÍAS</b>	<b>REPRESENTATIVO (R)</b>	<b>FÚTIL (F)</b>	<b>N</b>	<b>% R</b>	<b>% F</b>
D1: Desarrollar su interés.	58	1	59	98	2
D2: Disfrutar de la actividad experimental.	58	1	59	98	2
D3: Desarrollar habilidades generales de comunicación e interacción.	57	2	59	97	3
D4: Que el profesor promueva la motivación y que el estudiante sea motivado.	57	1	58	97	3
D5: Aprender cómo trabajar en equipo.	54	5	59	91	9
D6: Desarrollar valores éticos propios de la ciencia, como la responsabilidad, la tolerancia, el cuidado del medio ambiente.	58	1	59	98	2

**CUADRO 6. Para que el maestro identifique el nivel de conocimiento de sus alumnos.**

CATEGORÍAS	REPRESENTATIVO (R)	FÚTIL (F)	N	% R	% F
E1: Identificar las ideas previas, o errores conceptuales de sus alumnos.	57	1	58	98	2
E2: Evaluar el conocimiento teórico de sus alumnos.	52	6	58	90	10
E3: Evaluar el conocimiento experimental de sus alumnos.	51	7	58	88	12

Del mismo modo para facilitar análisis de este objetivo la información de las tablas 16-22 (Modalidades Especiales) se agrupo en los cuadros 7 y 8.

**CUADRO 7. BENEFICIOSO**

ACTIVIDADES	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Σ	%
1. Las demostraciones de clase son:	55	29	35	56	22	12	24	233	16
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	58	59	56	58	58	58	59	406	27
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	57	58	54	55	55	57	54	390	26
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	27	35	35	27	27	30	25	206	14
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	43	40	33	42	42	27	33	260	17

**CUADRO 8. INUTILIZABLE**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>Σ</b>	<b>%</b>
1. Las demostraciones de clase son:	3	30	24	13	35	47	35	187	32
2. Los experimentos realizados por los alumnos son:	0	0	2	1	4	1	0	8	1
3. Las sesiones abiertas de trabajo de laboratorio son:	2	1	5	4	6	2	5	25	4
4. Las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son:	32	24	24	31	36	29	34	210	36
5. Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son:	16	19	25	17	17	30	26	150	26

De acuerdo con los objetivos que deben cumplirse durante el trabajo en el laboratorio y los principales obstáculos para su adecuada enseñanza ya mencionados con anterioridad por el profesorado y de acuerdo con la información presentada en los cuadros 2 al 6 con respecto a las categorías al interior de cada objetivo y los cuadros 7 y 8 en relación a las modalidades del trabajo en el laboratorio el profesorado afirma que:

1) Para que el estudiante integre la teoría con la práctica el profesor tiene el compromiso de facilitar la comprensión teórica apoyándose de las demostraciones de clase y de múltiples ejemplos para esclarecer diversos fenómenos, también debe desarrollar experimentos interesantes que permitan al estudiante debatir sobre las teorías científicas profundizando los temas del plan de estudios. Asimismo es necesario que el alumno desarrolle sus propios experimentos y goce de sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio (cuadro 2 y 7).

Tres cuartas partes del profesorado opina que para vincular la teoría con la práctica requiere comprobar las leyes de la ciencia y mostrar a detalle los diversas metodologías experimentales (cuadro 2), sin embargo una tercera parte del profesorado menciona que las sesiones guiadas a través de un detallado manual de prácticas es ineficaz para cumplir con este propósito (cuadro 8).

2) Para que el estudiante adquiriera habilidades todos los profesores opinan que el estudiante debe aprender a realizar observaciones meticulosas y a examinar con detalle los posibles errores experimentales, mientras que la mayoría del profesorado señala que es importante trabajar con seguridad (cuadro 3). Alrededor del 70% de los profesores piensan que el estudiante también debe aprender los procedimientos experimentales y a escribir un informe de laboratorio por medio de la práctica (cuadro 3).

Asimismo tres cuartas partes del profesorado hacen mención de la pertinencia de aprender y adquirir experiencia en el manejo de las técnicas más usuales del trabajo experimental (cuadro 3). Incluso mencionan que el uso de tecnologías como apoyo a la enseñanza experimental, las sesiones abiertas y los experimentos realizados por iniciativa de los estudiantes facilita la adquisición de habilidades experimentales (cuadro 7). Una tercera parte del profesorado indica que las demostraciones en clase no sirven para aprender habilidades experimentales (cuadro 8).

3) Para que el estudiante aprenda la metodología científica todo el profesorado opina que el alumno debe desarrollar habilidades científicas enfocadas a la planeación y experimentación asimismo a desarrollar una estructura crítica para interpretar los datos, por otro lado, la mayoría piensa que también es necesario que el estudiante aprenda a pensar científicamente (objetivamente) y alrededor del 75% piensa que es necesario conocer los diversos métodos epistemológicos (cuadro 4).

Una tercera parte del profesorado señala que las demostraciones en clase, las sesiones guiadas a través de un detallado manual de laboratorio y el uso de tecnologías durante el trabajo para el laboratorio no son eficaces para que el estudiante aprenda la metodología científica (cuadro 8). Mientras que la mayoría del profesorado opina que las sesiones abiertas y los experimentos

realizados por el estudiante contribuyen para que se cumpla con este objetivo (cuadro 7).

4) Para que el estudiante incremente su motivación, desarrollo personal y competencia social la mayoría de los profesores opinan que deben desarrollar el interés del estudiante, promover el trabajo en equipo, promover medios de comunicación adecuados, favorecer un ambiente de trabajo agradable y respetuoso (cuadro 5). Asimismo el profesorado opina que las demostraciones en clase, las sesiones abiertas y los experimentos realizados por el alumno facilitan el cumplimiento de este objetivo (cuadro 7).

Las sesiones guiadas por medio de un detallado manual de prácticas no sirven para motivar al estudiante (cuadro 8).

5) Para identificar el nivel de conocimiento de los estudiantes (errores conceptuales) la mayoría del profesorado opina que es necesario identificar las ideas previas, es decir, se debe evaluar el conocimiento teórico y experimental del estudiante (cuadro 6).

Aproximadamente la mitad del profesorado señala que las demostraciones en clase y el uso de un detallado manual de prácticas no sirven para evaluar al estudiante (cuadro 8), en contraste las sesiones abiertas del trabajo en el laboratorio y la realización de experimentos por parte de los estudiantes son potencialmente eficaces para evaluar al estudiante (cuadro 7).

Con respecto a la enseñanza y a las estructuras del trabajo experimental en el semestre el profesorado dedica % en tiempo a las siguientes actividades (tabla 23):

1. El 40% del profesorado que contestó esta sección, el 62% señala que dedican la cuarta parte del tiempo al uso de un manual de prácticas donde se especifica el problema, el método a seguir y el resultado esperado, en contraste el 25% dedica entre la tercera parte y la mitad del tiempo total.
2. El 72% del profesorado que contestó este apartado, el 35% de los profesores dedican entre el 80 – 100% del tiempo al uso de un manual de prácticas donde se plantea el problema y el método a seguir. Mientras que el 30% dedica entre el 30–50% del tiempo, en contraste el

16% de los profesores dedican entre el 60-70% de tiempo y el 19% dedica una cuarta parte del tiempo durante el semestre.

3. El 47% del profesorado que contesto, el 64% dedica la cuarta parte del tiempo al uso de un manual de prácticas donde el alumno puede elegir el método, el 28% del profesorado asigna entre el 30–50% de tiempo, mientras que solo el 4% le asigna entre el 60-100%.
4. El 57% del profesorado que contesto, el 82% dedican una cuarta parte del tiempo donde el alumno puede elegir el problema y el método para desarrollarlo, mientras que el 15% del profesorado le dedican entre el 30-50% del tiempo, en contraste el 3% del profesorado le dedica entre 80-100% del tiempo.

El profesorado dedica poco tiempo al trabajo en el laboratorio en el cual se fomenta la participación activa del alumno, es decir, el alumno generalmente no tiene oportunidad en algún momento determinado de proponer y realizar trabajos prácticos planeados y diseñados por él, porque predomina el uso de un manual que presenta el problema a resolver y el método a seguir (tabla 23). Por otro lado, el tamaño de los grupos también repercute negativamente en el proceso de la enseñanza experimental (tabla 9) aunado a esta situación se utiliza un manual de prácticas en el cual se presenta el problema a resolver, el método a seguir y el resultado esperado (tabla 23).

Dos terceras partes del profesorado (n=28) dedican una cuarta parte del tiempo al semestre en donde el alumno puede elegir el método a seguir a partir de un problema planteado, esta forma de trabajo garantiza cierto grado de grado de libertad y confianza en el alumnado, sin embargo, el tiempo dedicado es insuficiente, principal razón por la que los resultados son poco satisfactorios.

Continúa predominando la enseñanza del trabajo en el laboratorio en su forma tradicional en donde al alumno pierde autonomía, independencia, e interés durante las actividades experimentales a realizar, porque el 82% del profesorado dedica una cuarta parte o menos a aquellas actividades donde el alumno tiene la libertad de proponer y planificar las investigaciones.

Durante la enseñanza del trabajo experimental la principal característica de las prácticas que se realizan son básicamente de carácter expositivo, es decir,

se aplica como una receta, no se reconoce la importancia de la planificación y la discusión de los resultados, por lo tanto, las exigencias cognitivas de acuerdo a la taxonomía de Bloom son de bajo orden (conocimiento, comprensión y aplicación). Este tipo de trabajo práctico tiene el inconveniente de fomentar una representación equivocada de lo que es realmente la actividad científica.

Del tiempo total dentro del laboratorio se consideran las siguientes actividades experimentales que dedica el profesorado a lo largo del semestre (tabla 24):

1. El 80% de los profesores que contestaron, el 42% dedican entre la mitad y dos terceras partes del tiempo total a aquellas actividades donde se forman grupos pequeños o equipos donde interactúan con los materiales y siguen las instrucciones del profesor, en contraste el 25% del profesorado dedica una quinta parte del tiempo total a estas mismas actividades, y el 19% del profesorado le dedica entre el 80 – 100 del tiempo total.
2. El 52% del profesorado que contestó, el 87% dedican una quinta parte del tiempo total a aquellas actividades donde el alumno tiene la libertad de decidir cuál investigación realizar, en contraste el 13% dedican entre la mitad y tres cuartas partes del tiempo total.
3. El 52% del profesorado que contestó, todos dedican la cuarta parte del tiempo total al uso de computadoras, C.D. ROM y videos.
4. El 65% de los profesores que contestaron, el 80% dedican una quinta parte del tiempo total a las actividades de tipo parcial donde se establecen sesiones de planeación, interpretación y discusión de resultados, en contraste el 10% del profesorado dedica entre el 25-40 del tiempo total, sólo el 10% restante dedican entre la mitad y dos terceras partes del tiempo total.

## Información oral y escrita proporcionada dentro el laboratorio.

**CUADRO 9. Funciones de la información oral o escrita proporcionada a los alumnos.**

<b>FUNCIONES</b>	<b>HABITUALMENTE (H)</b>	<b>JAMÁS (J)</b>	<b>% (H)</b>	<b>% (J)</b>
L13: Dar información sobre el marco teórico.	47	7	87	13
L14: Dar instrucciones sobre la forma en la que se debe llevar a cabo un experimento.	52	4	93	7
L15: Señalar las preguntas de investigación.	50	3	94	6
L16: Guiar el procesamiento de datos.	44	10	81	19
L17: Guiar la interpretación y el análisis de los resultados.	45	9	88	12
L18: Dar información sobre las normas de seguridad que deben seguirse.	51	4	93	7
L19: Otra función (por favor especifique).	4	0	-----	-----

Las principales funciones de la información que proporciona el profesor durante el trabajo experimental van orientadas fundamentalmente en dos categorías:

1. El seguimiento de las normas de seguridad y protección, así como también sobre las instrucciones propias del experimento y su relación con las preguntas a investigar (cuadro 9).
2. Orientar acerca de la interpretación y los análisis de los resultados experimentales, facilitar información sobre el marco teórico y orientar sobre el procesamiento de datos (cuadro 9).

El tiempo utilizado en los diferentes tipos de trabajos prácticos el 60% de los profesores invierten entre el 10–20% del tiempo en experiencias que contribuyen a familiarizar al alumno con un fenómeno determinado, también

hacen uso de experimentos que ejemplifican principios o facilitan la comprensión de algunos conceptos. Aproximadamente la mitad del profesorado (55%), aplican ejercicios prácticos que permiten desarrollar ciertas habilidades no solo prácticas sino de comunicación científica así como estrategias de investigación (tabla 27).

Dos terceras partes de profesorado dedican entre el 10–20% del tiempo donde facilitan experimentos que contribuyen a contrastar la hipótesis. El 60% de los profesores dan la oportunidad a los estudiantes de trabajar como científicos en la resolución de problemas (tabla 27). Los ejercicios prácticos y las investigaciones (teóricas o prácticas), ofrecen una mayor apertura a la participación del alumno solo se le dedica entre 10-30% de tiempo, en contraste entre el 3-6% del profesorado se dedica a estas actividades todo el tiempo (tabla 27).

Con base en lo anterior el profesorado no propicia espacios (tiempos) para analizar: el trabajo práctico, los resultados, la discusión de los mismos para integrar de forma efectiva los conceptos y las proposiciones previamente establecidas por el alumno, por lo mismo, el alumno no genera su propio método de conducción, ni el procedimiento a seguir, tampoco se ve obligado a desarrollar su propio experimento, esta situación no favorece una actitud hacia la investigación científica incluso no les permite asociar claramente los conceptos teóricos con los datos experimentales.

Si el alumno tiene la oportunidad de realizar sus propios experimentos, tendrá mayor libertad de proponer el diseño experimental e incluso una investigación original.

### **3. Identificar si los trabajos prácticos motivan a los alumnos.**

En particular para favorecer la motivación como parte de las habilidades a adquirir durante la enseñanza experimental, el profesorado tiene distintas opiniones (tabla 10a), por un lado, la mitad menciona su preferencia y por el otro, menos de la mitad (43%) lo considera poco prioritario.

Sin embargo, en relación a las categorías al interior de cada objetivo más del 90% del profesorado opina que se debe fomentar el interés y disposición para trabajar en equipo, el profesor debe fomentar un ambiente de confianza

que motive al alumno a desarrollar una actitud proactiva, responsable y ética (cuadro 14a).

Una tercera parte del profesorado menciona que el uso de un detallado manual de prácticas es ineficaz para motivar al alumno (cuadro 14a), porque la estructura de este tipo de manuales es presentada como serie de pasos consecutivos (inductiva).

Con respecto a los propósitos del trabajo en el laboratorio, las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio y la realización de actividades experimentales propuestas por los alumnos son modalidades benéficas para cumplir eficazmente con los principales objetivos de la enseñanza experimental y en particular para fomentar la motivación en los alumnos (cuadro 19a).

#### **4. Determinar si los manuales de laboratorio facilitan el aprendizaje, y si son adecuados para la educación en química.**

**CUADRO 10. Planteamiento del problema**

<b>FUNCIÓNES</b>	<b>HABITUALMENTE (H)</b>	<b>JAMÁS (J)</b>	<b>% (H)</b>	<b>% (J)</b>
Mp1: Como verificación o ilustración de relaciones ya establecidas, o como, aplicación de una técnica.	46	9	84	16
Mp2: Como verificación o ilustración de relaciones ya establecidas, o como, aplicación de una técnica con algún aspecto parcial por resolver.	40	5	89	11
Mp3: Como un problema a resolver.	39	11	78	12
Mp4: Otro, por favor especifique.	2	0	-----	-----

**CUADRO 11. La hipótesis a contrastar en el trabajo.**

<b>FUNCIÓNES</b>	<b>HABITUALMENTE (H)</b>	<b>JAMÁS (J)</b>	<b>% (H)</b>	<b>% (J)</b>
Mp5: Son mencionadas.	33	16	67	33
Mp6: Son específicas de antemano.	31	17	65	35
Mp7: Requieren la participación de los alumnos.	47	5	90	10
Mp8: Otro, por favor especifique.	0	0	-----	-----

**CUADRO 12. El diseño experimental es presentado.**

<b>FUNCIÓNES</b>	<b>HABITUALMENTE (H)</b>	<b>JAMÁS (J)</b>	<b>% (H)</b>	<b>% (J)</b>
Mp9: Elaborado como una receta.	41	13	76	24
Mp10: Elaborado en general, dejando sólo algunos detalles para ser resueltos por los estudiantes.	41	11	79	21
Mp11: Propiciando la participación de los alumnos.	39	14	73	27
Mp12: Otro, por favor especifique.	3	0	-----	-----

**CUADRO 13. Los análisis de resultados.**

<b>FUNCIÓNES</b>	<b>HABITUALMENTE (H)</b>	<b>JAMÁS (J)</b>	<b>% (H)</b>	<b>% (J)</b>
Mp13: Se propone de manera muy esquemática.	37	12	75	25
Mp14: Se propone alguno que permita analizar con profundidad, a la luz de las hipótesis y el cuerpo de conocimientos, incluyendo la comparación con otros equipos.	47	8	85	15
Mp15: Otro, por favor especifique.	3	0	-----	-----

**CUADRO 14. La consideración de perspectivas abiertas.**

<b>FUNCIÓNES</b>	<b>HABITUALMENTE (H)</b>	<b>JAMÁS (J)</b>	<b>% (H)</b>	<b>% (J)</b>
Mp16: Se menciona.	39	15	72	18
Mp17: Se proponen algunos problemas derivados.	39	13	75	25
Mp18: Se consideran algunas relaciones ciencia – tecnología – sociedad	38	13	75	25
Mp19: Otro, por favor especifique.	1	0	-----	-----

El manual de prácticas más utilizado por el profesorado presenta las siguientes características:

1. El planteamiento del problema ya está definido, el alumno se enfocará en comprobar relaciones establecidas, en algunos casos aplicara una técnica en particular con o sin algún aspecto a resolver (cuadro 10).
2. El 90% de los profesores fomentan la participación del alumno para establecer la hipótesis de trabajo, aunque dos terceras partes del profesorado menciona y especifica la hipótesis a contrastar (cuadro 11).
3. El diseño experimental que predomina está elaborado como una receta, elaborado en general y en algunos casos los alumnos participan para resolver apartados específicos (cuadro 12).
4. El análisis de los resultados propone un análisis a profundidad apoyándose a partir de la hipótesis y el marco conceptual, incluso comparándolo con otros equipos, sin embargo, se solicita que el análisis de presente de manera resumida o sintética (cuadro 13).
5. Alrededor de 75% del profesorado considera las relaciones CTS y propone problemas derivados (cuadro 14).

El manual de prácticas utilizado proporciona lineamientos que orientan la práctica a través de un camino instructivo, es decir, de “recetas de cocina” en las cuales se requiere el menor esfuerzo intelectual del alumno, por lo tanto, no es posible desarrollar procesos cognitivos de alto orden.

El uso de un manual de prácticas con las características previamente señaladas no contribuye a fomentar la participación, la motivación y el interés del alumno, desafortunadamente el uso del manual de prácticas estructurado con las características anteriores se encuentran ampliamente extendidos en la enseñanza experimental probablemente porque ante grupos muy grandes se facilita la realización del trabajo experimental en un mismo tiempo.

## 5. Identificar los principales criterios para evaluar el trabajo práctico.

**CUADRO 15. Objetivos de la evaluación.**

OBJETIVOS	HABITUALMENTE (H)	JAMÁS (J)	% (H)	% (J)
Clasificar a los(as) alumnos(as) según su nivel de conocimiento.	17	36	32	68
Conocer las ideas de los(as) alumnos(as).	46	9	84	16
Conocer las dificultades que tienen los alumnos y alumnas en su aprendizaje.	52	4	93	7
Determinar el nivel alcanzado por los(as) alumnos(as) después de la enseñanza.	53	0	100	0
Comunicar a los(as) alumnos(as) el resultado del proceso de enseñanza.	42	13	76	24
Comparar los resultados obtenidos el inicio, a lo largo y al final del proceso de enseñanza.	47	8	85	15
Que los(as) alumnos(as) conozcan sus procesos de aprendizaje.	43	13	77	23
Otros propósitos. Por favor, especifique.	-----	-----	-----	-----

Todos los profesores determinan el nivel de conocimientos alcanzado por los alumnos después de la enseñanza aunque el 93% del profesorado identifica las principales dificultades que tienen los alumnos durante el proceso de aprendizaje, en contraste el 85% de los profesores compara los resultados obtenidos al inicio, a lo largo y al final del proceso de enseñanza y el 84% conoce las ideas de los alumnos (cuadro 15). Aproximadamente tres cuartas partes del profesorado informa al alumno sobre los avances en su proceso de

aprendizaje y además comunica los resultados durante el desarrollo de la enseñanza (cuadro 15).

Con base en lo anterior el profesorado piensa que el principales objetivos de la evaluación experimental están orientados fundamentalmente en cuatro aspectos:

a) identificar el conocimiento adquirido después de la enseñanza (observar el conocimiento experimental y su integración con los conocimientos teóricos).

b) identificar las dificultades en su aprendizaje, también podemos observar que la evaluación comprueba el estado de comprensión por parte del alumnado en un momento determinado.

c) verificar los resultados a lo largo del proceso de enseñanza.

d) identificar los conocimientos previos de los alumnos para planificar la enseñanza.

Todos los profesores evalúan el trabajo experimental realizado por los alumnos y es tomada en cuenta para la calificación final (tabla 34).

Las principales categorías del trabajo experimental en las que se basa el profesorado para evaluar el trabajo experimental se presentan en el siguiente cuadro, elaborado a partir de la tabla 35.

**CUADRO 16. Categorías del trabajo experimental**

CATEGORIAS	PROPORCIONES			5 -15 %	20 – 33 %
	5 - 15	20 - 33	60 - 70		
I. Observación de los estudiantes durante la sesión de laboratorio. (n=43)	17	24	2	39	56
II. Resultados experimentales obtenidos por los estudiantes. (n=47)	19	27	1	40	57

**CUADRO 16. Categorías del trabajo experimental**

CATEGORIAS	PROPORCIONES			5 -15 %	20 – 33 %
	5 - 15	20 - 33	60 - 70		
III. Informes escritos por los estudiantes. (n=50)	10	30	9	20	60
IV. Exámenes o cuestionarios. (n=46)	15	27	4	33	59
V. Otros, por favor especifique (n=16)	7	8	0	-----	-----
VI. ¿Qué porcentaje de la calificación final se le da en el laboratorio? (n=36)	0	24	11	0	67

Con respecto a la evaluación del trabajo en el laboratorio más de la mitad del profesorado asigna una proporción de 20–33 a las siguientes actividades: trabajos escritos, exámenes o cuestionarios, obtención de resultados experimentales y la observación durante el trabajo experimental (cuadro 16).

Una tercera parte del profesorado le asigna una proporción de 5–15 a los exámenes y cuestionarios mientras que el 40% de los profesores asignan la misma proporción a la observación así como a la obtención de los resultados experimentales. Solo el 20% de los profesores asigna esta proporción a los trabajos escritos (cuadro 16).

En relación a la calificación final del laboratorio dos terceras partes del profesorado le asigna una proporción de 20–33 y la tercera parte restante le asigna una proporción de 60–70 (cuadro 16).

Es importante mencionar que el profesorado muestra una cierta disparidad durante el proceso de evaluación, porque para evaluar los trabajos prácticos dispone de un amplio espectro en relación a la proporciones que son asignadas para cada categoría, fueron tan amplias las proporciones que fue oportuno

ordenarlos en intervalos, es decir, el profesorado no cuenta con criterios claros para evaluar el trabajo práctico tanto individual como en equipo, un ejemplo de ello es la asignación del 60 al 70% a la calificación final del laboratorio en contraste a las proporciones asignadas a cada categoría del trabajo experimental.

La evaluación del trabajo práctico básicamente está enfocada en actividades diseñadas para desarrollar técnicas y destrezas experimentales, es decir, se centra sobre procesos como: hacer observaciones, identificar patrones, diseñar y realizar experimentos para comprobar resultados, seleccionar entre las observaciones las relevantes para la investigación, elaborar un informe escrito.

Los criterios para evaluar el informe escrito se presentan en el siguiente cuadro elaborado a partir de la tabla 36.

**CUADRO 17. Criterios para evaluar el informe escrito.**

	<b>MENOR PREFERENCIA (mp)</b>	<b>MAYOR PREFERENCIA (MP)</b>	<b>% mp</b>	<b>% MP</b>
I1. Una descripción precisa de la forma en que se desarrolló el trabajo. (n=47)	32	15	68	32
I2. Adquisición correcta de datos. (n=30)	22	8	73	27
I3. Ideas creativas/originales (modificar la pregunta o el aparato). (n=46)	9	37	20	80
I4. Discusión detallada de la calidad de los datos. (n=47)	9	38	19	81
I5. Efectividad del trabajo en equipo. (n=40)	20	20	50	50

**CUADRO 17. Criterios para evaluar el informe escrito.**

	<b>MENOR PREFERENCIA (mp)</b>	<b>MAYOR PREFERENCIA (MP)</b>	<b>% mp</b>	<b>% MP</b>
16. Interpretación concienzuda de los resultados experimentales. (n=45)	8	37	18	82
17. Otros aspectos (muy) importantes. Por favor, especifique. (n=11)	2	9	-----	-----

El 80% de los profesores al evaluar el informe escrito considera de mayor importancia los siguientes aspectos: la interpretación crítica de los resultados experimentales, la discusión a detalle de la calidad de los datos obtenidos y la aportación de ideas creativas u originales (cuadro 17).

Los aspectos menos importantes el profesorado considera los siguientes criterios: la obtención correcta de datos y la descripción detallada de la forma como se llevó a cabo el trabajo experimental (cuadro 17).

En relación a la eficacia del trabajo en equipo, el profesorado mantiene posturas opuestas, la mitad minimiza su importancia mientras que la otra mitad afirma lo contrario.

## 6. CONCLUSIONES

1. La enseñanza experimental en la educación en ciencias es imprescindible para aprender ciencias y en particular química. El profesorado está consciente de su importancia y señalan que ambos trabajos deben estar integrados, sin embargo, las diversas maneras como vienen desarrollando el trabajo experimental no han permitido cumplir satisfactoriamente con este objetivo.

2. La enseñanza experimental no cumple plenamente con los objetivos planteados por el profesorado, en primer lugar porque el trabajo práctico que se enseña adolece de tiempos adecuados que permitan vincular los conocimientos prácticos con los teóricos: a) porque el alumno en ocasiones no comprende la dimensión del problema a resolver e incluso las propias actividades que realiza durante el trabajo experimental, b) porque ante un número creciente de alumnos la participación se ve disminuida (alumnos pasivos), c) porque durante todo el curso de la enseñanza experimental predomina el uso de un manual de prácticas tradicional y d) porque la actividad experimental es fundamentalmente uniforme, por lo tanto, no es posible abarcar todos los objetivos planteados.

3. La enseñanza del trabajo en el laboratorio no aporta estrategias que fomenten la motivación en el estudiante: a) porque en la mayoría de los casos se prioriza el aprendizaje de un conjunto de procesos que se realizan como una serie de pasos consecutivos, b) porque predomina la realización de experimentos previamente propuestos, a partir, de un manual de prácticas, c) porque se invierte el mínimo de tiempo a las sesiones libres de trabajo en el laboratorio, d) porque las demostraciones en clase que permitirían cumplir con este fin son poco utilizadas, y e) porque una parte importante del profesorado piensa que no es necesario motivar al estudiante.

Consecuentemente el alumno adopta una actitud pasiva, pierde autonomía e independencia durante la actividad experimental.

4. Los manuales de prácticas utilizados durante la mayoría de los cursos, generalmente están elaborados como una receta o serie de pasos a seguir que no permiten al alumno comprender plenamente la naturaleza de la ciencia, en él se establece el problema y los pasos a seguir, por lo tanto, el estudiante tiene dificultades para aplicar correctamente los procedimientos y las metodologías. En consecuencia se privilegia el desarrollo de técnicas y/o destrezas ausentes de contenidos.

Con base en lo anterior el alumno no tiene oportunidad de enfrentarse a problemas e investigaciones abiertas, que le permitan tomar consciencia de determinados fenómenos en la naturaleza. Además el uso de un manual de prácticas con estas características no permite al alumnado planificar el trabajo experimental para llevar a buen término una investigación.

5. El profesorado no cuenta con criterios claros para evaluar el trabajo práctico en lo individual y en equipo, esta situación incide negativamente en el alumno en varios aspectos: a) desconocimiento acerca de los avances o retrocesos de los aprendizajes adquiridos durante el trabajo experimental, b) esta situación se agrava aún más ante la ausencia de conocimientos relacionados con el trabajo teórico y c) la calificación asignada al trabajo experimental se toma en cuenta para la calificación final de la asignatura, pero el porcentaje que se asigna a cada componente del trabajo experimental difiere notablemente entre el profesorado.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ ALBADALEJO, C., GRAU, R., GUASCH, E., de MANUEL., “La ciencia en el aula: Las actividades de aprendizaje en ciencias naturales”, Barcelona: Barcanova, 1993.
- ❖ AMERICAN PUBLIC UNIVERSITY (APU)., Science at Age 15, Science Report for Teachers No. 5, 1989, DES: Londres.
- ❖ APU., Science in Schools, Age 15. Report No. 1, 1982, DES: Londres.
- ❖ APU., Science in Schools. Age 13, Review Report (DES: Londres). 1989.
- ❖ BARBERÁ, O. y VALDÉS P., El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Enseñanza de las Ciencias, 1996, 14(3), pp. 365-379.
- ❖ BLISS, J., Students’ reactions to undergraduate science: Laboratory and project work, en Hegarty – Hazel, E. (ed.), The Student Laboratory and the Science Curriculum. Routledge: Londres), 1990.
- ❖ BLOOM B. S., Taxonomy of Educational Objectives, The classification of educational goals – Handbook I: Cognitive Domain New York: McKay, 1956.
- ❖ CHAMIZO, J.A., Historia Experimental de la Química, Tecné, Episteme y Didaxis 2009, p.9.
- ❖ CHEUNG, K.C., & TAYLOR, R., Towards a Humanistic Constructivist Model Science Learning: Changing Perspectives and Research Implications, Journal of Curriculum Studies 1991, 23, (1).
- ❖ COQUIDE-CANTOR, M. y DESBEAUX-SALVIAT, B., Chemie et biologie: figures de rencontre. Didaskalia, 2001, 18, pp. 121 – 146.
- ❖ DEBÓER, G.E., A history of ideas in science education: implications for practice. Teachers College Press: New York, 1991.
- ❖ Del CARMEN, L., Los trabajos prácticos, Antología de la Enseñanza Experimental, Facultad de Química primera edición, 2004, p.49.
- ❖ DOÑA, M.E. y SALINAS, J., Dimensiones de un aprendizaje comprensivo de las ciencias: las actitudes científicas, 2001, En: Retos de la enseñanza de las ciencias del siglo XXI, VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Barcelona.
- ❖ DRIVER, R., & BELL, B., Students’ thinking and the learning of science: A constructivist Review, School Science Review, 1986, 67, pp. 443 - 456.
- ❖ EBENEZER, J.V. y ZOLLER, U., Grade 10 students’ perceptions of and attitudes toward science, Journal of Research in Science Teaching, 1993, 30. pp. 175 – 186.
- ❖ FUND FOR THE IMPROVEMENT OF POSTSECONDARY EDUCATION (FIPSE), Journal of Chemistry Education, 1989, 66, pp. 3 – 9.
- ❖ FOSTER, W., “Some letters by Doctor John Maclean”, Journal of Chemical Education, 1929, 6, pp. 2104 – 2113.

- ❖ FRASER, B.J., Selection and validation of attitudes scales for curriculum evaluation, *Science Education*, 1977, 61, pp. 317 – 330.
- ❖ GARDNER, P., & GAULD, C., Labwork and students' attitudes. In E. Hegarty-Hazel (Ed.) *The student laboratory and the science curriculum*. 1990 (pp. 132–156). London: Routledge. (85).
- ❖ GUNSTONE, R.F y CHAMPAGNE, A.B., Promoting conceptual change the laboratory, en Hegarty – Hazel, E. (ed.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum* (Routledge: Londres), 1990.
- ❖ HACKING, I., *Representing an intervening*, 1983, Cambridge University Press: Cambridge.
- ❖ HEAD J., What Psychology can contribute to Science Education, *School Science Review.*, 1982, 62, pp. 631 – 642.
- ❖ HERRON D., "The nature of scientific enquiry, *School Science Review*, 1971, 79, 171 – 172.
- ❖ HERRON, J.D., The place of History in the Teaching of Chemistry, *Journal of Chemical Education*, 1977, 54(1), pp. 15 - 16.
- ❖ HODSON, D., Teaching and learning about science: considerations in the philosophy and sociology of science. En: Edwards, D. y Scanion, E. (eds.). *Issues in Science Education: Teaching, Learning and Assessment* (en prensa), 1993b, pp. 33-40.
- ❖ HODSON, D., *Experiments in science and science teaching*. School Science, 1990.
- ❖ HODSON, D., A critical look at practical work in school science, *School Science Review*, 1990, 80, pp. 33 - 40.
- ❖ HODSON, D., Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion, *Journal of Curriculum Studies*, 1996, 28, pp. 115 - 138.
- ❖ HOFSTEIN A. & LUNETTA V. N., The role of laboratory in science teaching: neglected aspects of research, *Review of Educational Research*, 1982, 52, 201 - 217.
- ❖ HUCKE, L. y FISCHER, H.E., The link of theory and practice in traditional and in computer-based university laboratory experiments in Germany. 1998, En: Psillos, D. y Niedderer, H. (eds), *Case-studies of the project 'Labwork in Science Education'. Working Paper 7*.
- ❖ INHELDER, B. & PIAGET, J., *The growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescent*, 1958, Basics Books, New York, NY.
- ❖ JENKINS, E.W., *From Armstrong to Nuffield*, 1979, Jonh Murria:Londres.
- ❖ JOHNSTONE, A.H., The development of chemistry teaching, *Journal of Chemical Education*, 1993, 70(9), pp 701-707.
- ❖ JOHNSTONE, A.H. y WHAM. A, J.B., The demands of practical work, *Education in Chemistry*, 1982, 19, pp. 71 – 73.
- ❖ JUNGWIRTH, E., The pupil, the teacher, and the teacher's image: some second thoughts of BSCS biology in Israel, *Journal of Biological Education*, 1971, 5, pp. 165-171.

- ❖ KELLY A., Option choices for boys and girls, *Research in Science and Technological Education*, 1988, 6 (1), pp 5 - 23.
- ❖ KEYS, W., *Aspects of Science Education in English Schools (International Studies in Pupil Performance Series)*. Windsor: Nfer-Nelson. 1987, (85).
- ❖ KIRSCHNER, P.A. & MEESTER, M.A.M., "The laboratory in higher science education: Problems, premises and objectives". *Higher Education*, 1988, 17, pp. 99 – 119.
- ❖ KIRSCHNER, P.A. Epistemology, practical work and academic skills in science education, *Science & Education*, 1992, 1, pp. 273 – 299.
- ❖ KIRSCHNER, P.A. y MEESTER, M.A.M., The laboratory in higher science education: problems, premises and objectives, *Higher Education*, 1988, 19, pp. 81 – 98.
- ❖ KLOPFER, L.E., Learning scientific enquiry in the student laboratory, en Hergarty – Hazel, E. (ed.), *the Student Laboratory and the Science Curriculum*. (Routledge: Londres), 1990.
- ❖ KWON, Y.J. & LAWSON, A.E., A plateau and spurt pattern of neurological maturation, scientific reasoning development and conceptual change in Korean secondary school students. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 1998, 18(4), 589-600.
- ❖ LAGOWSKI J.J., *Uses of New Technology in System Approach in Teaching and Learning Chemistry*, Science Education Center, 2004.
- ❖ LAYTON, D., Student laboratory practice and the history and philosophy of science. En: Hergarty – Hazel, E. (ed.). *The handbook of research on science teaching and learning*, 1990, pp. 94 – 128. Macmillan: New York.
- ❖ LOCK, R., "Open-ended, problem-solving investigations", *School Science Review*, 1990, 71(256), pp. 63-72.
- ❖ LOCKERMANN, G. y OESPER, R.E., Friedrich Stromeyer and the history of chemical instruction, *J. Chem. Ed.*, 1953, 28, p. 202.
- ❖ LUNETTA, V.N. & TAMIR, P., Matching laboratory activities with teaching goals, *The Science Teacher*, 1979, 46(5), pp. 22 - 24.
- ❖ LYNCH, P.P. y NDYETABURA, V.L., Students' attitudes to schoolpractical workinTasmanian schools. *The Australian Science Teachers Journal*, 1984, 32, pp. 31-39. (86).
- ❖ LYNCH, P.P., Laboratory work in schools and universities; Structures and Strategies still largely unexplored. *Australian Science Teachers Journal*, 1987, 32, pp. 31-39. (86).
- ❖ MAIZTEGUI, A., *et al.*, Papel de la tecnología en la educación científica: una dimension olvidada. *Revista Iberoamericana de Educación*. 2002, v. 28, p. 129-155.
- ❖ MILLAR, R., What is scientific method and can it be taught?, en Wellington. J.J. (ed.), *Skills and Processes in Science Education*. (Routledge: Londres), 1989.
- ❖ MOHRIG, R.J., The problem with Organic Chemistry Labs. *Journal Chemical Education*, 2004, 81(8), pp 1083-1085.

- ❖ MURPHY J.J., Working with what works: A solution - focused approach to school behavior problems. *The School Counselor*, 1994, 42, pp 59 - 65.
- ❖ N'TOMBELA, M.G., A marriage of inconvenience? School science practical work and the nature of science, en Leach, J. y Paulsen, A.C. (eds.). *Practical work in science education: the face of science in schools*, Roskilde: University of Roskilde Press. 1999, pp. 113-118.
- ❖ NEWMAN. B. Realistic expectations for traditional laboratory work, *Research in Science Education*, 1985, 15, pp. 8 – 12.
- ❖ OESPER, R.E., Justus von Liebig – student and teacher, *J. Chem. Ed.*, 1927, 4, p. 1416.
- ❖ ORLIK, Y., Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias Naturales. Estrategias y Métodos Investigativos, 1a edición, Fundación Revista de Educación de las Ciencias, 2002, pp. 5-7.
- ❖ OSBORNE, R. y WITTROCK, M., The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 1985, 12, pp. 69 – 87.
- ❖ OSBORNE, R.J. y WITTROCK, M.C., Learning science: a generative process, *Science Education*. 1983, 67, pp. 489 – 508.
- ❖ PICKERING M., Are lab courses a waste of time?, *The chronicle of Higher Education*, 1980, 19, 80.
- ❖ POLANY, M., *Personal Knowledge*. Chicago, 1958, University of Chicago Press.
- ❖ REIGOSA, C.C. y JIMENEZ ALEIXANDRE, M.P., La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 2000, 18(2), pp. 275-284.
- ❖ RYDER, J. y LEACH, J., Interpreting experimental data: the views of upper secondary school and university science students. *International Journal of Science Education*, 2000, 22(19), pp 1069-1084.
- ❖ SALINAS, J. y WAINMER, C., Dimensiones de un aprendizaje comprensivo de las ciencias: las competencias epistemológicas, 2001, En: *Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI. VI Congreso internacional sobre investigación en la Didáctica de las ciencias*. Barcelona.
- ❖ SCHIBECI, R.A., Attitudes to Science: an update, *Studies in Science Education*, 1984, 11, pp. 26 – 59.
- ❖ SELLEY, N.J., *Philosophies of science curriculum*, en Wellington, J.J. (ed.), *Skills and Processes in Science Education*. Routledge: Londres), 1989.
- ❖ SERÉ, M.G., Improving science education: issues and research on innovative empirical and computer - based approaches to labwork in Europe, Informe final del proyecto “Labwork in Science Education”, 1998, Comisión Europea.
- ❖ SERÉ. M.G., Towards Renewed Research Questions from the Outcomes of the European Project Labwork in Science Education, 2002, 86(1):624-644.

- ❖ SISO, Z. y BRISEÑO, J., La Perspectiva Complejo Ecológica en la Formación del profesorado en Ciencias Naturales, 2010. <http://www.redkipusperu.org/files/11.pdf>. Acceso:24 de Octubre (2011).
- ❖ SHILAND, T.W., Constructivism: The Implications for Laboratory Work, *Journal of Chemical Education*, 1999, 76(1), pp. 107 – 109.
- ❖ SHUELL, T.J., Cognitive psychology and conceptual change: implications for teaching science, *Science Education*, 1987, 71 (2), pp. 239 - 250.
- ❖ SHRIGLEY, R.L. & KOBALLA, T.R., Attitude measurement: judging the emotional intensity of Likerttype science attitude statements. *Journal of Research in Science Teaching*, 1984, 21, pp. 111-118.
- ❖ TABER S. K., Girl`s interations with teachers in mixed physics classes: results of classroom observation. *International Journal of Science Education*, 1992, 14, pp.163 – 180 (87).
- ❖ TAMIR P., Training teachers to teach effectively in the laboratory, *Science Education*, 1989, 73, pp. 59 – 69.
- ❖ TAMIR, P. y GARCÍA, P., Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de Ciencias utilizados en Cataluña, *Enseñanza de las Ciencias*, 1992, 10(1), pp. 3-12.
- ❖ TOBIN K., Differential engagement of males and females in high school science, *International Journal of Science Education*, 1988, 10(3), pp. 239 - 252.
- ❖ TOBIN, K., Research on science laboratory activities: in pursuit of better questions and answers to improve learning, *School Science & Mathematics*, 1990, 90, pp. 403 – 418.
- ❖ TOOTHACKER, W.S., A critical look at undergraduate laboratory instruction, *American Journal of Physics*, 1983, 51, pp. 516 – 520.
- ❖ VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A., Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual., *Enseñanza de las ciencias*, 1995, 13(3), pp. 337-346.
- ❖ WATTS, M, y EBBUTT, D., Sighthformers' views of their science education, 11 – 16, *International Journal of Science Education*, 1988, 10, pp. 211 – 219.
- ❖ WHITE, R.T., The link between laboratory and learning, *International Journal Science Education*, 1996, 18(7), pp. 761-774.
- ❖ YAGER, R.E., ENGLLEN, H.B. y SNIDER, B.C.F. Effects of laboratory and demonstration methods upon the outcomes of instruction in secondary biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 1969, 6, pp. 76 – 86.

## 8. APÉNDICE

### LOS OBJETIVOS DOCENTES ALREDEDOR DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

#### 1. DATOS GENERALES

I NIVEL AL QUE IMPARTE LA ENSEÑANZA

\_\_\_\_\_ BACHILLERATO

\_\_\_\_\_ DOS PRIMEROS AÑOS DE CARRERA

\_\_\_\_\_ ÚLTIMOS TRES AÑOS DE CARRERA

II ES USTED

\_\_\_\_\_ MAESTRO DE TEORÍA

\_\_\_\_\_ MAESTRO DE LABORATORIO

\_\_\_\_\_ AMBOS

III NÚMERO DE AÑOS IMPARTIENDO ENSEÑANZA EXPERIMENTAL

\_\_\_\_\_ 0-0

\_\_\_\_\_ 1-4

\_\_\_\_\_ 7-10

\_\_\_\_\_ MÁS DE 10

IV EN SU OPINIÓN LA ENSEÑANZA

\_\_\_\_\_ EXPERIMENTAL ES MÁS IMPORTANTE QUE LA TEÓRICA

\_\_\_\_\_ TEÓRICA ES MÁS IMPORTANTE QUE LA EXPERIMENTAL

V EL MAYOR OBSTÁCULO PARA UNA ADECUADA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL ES:

\_\_\_\_\_ ESCASO PRESUPUESTO

\_\_\_\_\_ POCO TIEMPO DEDICADO AL TRABAJO EXPERIMENTAL

\_\_\_\_\_ DESVINCULACIÓN CON LA TEORÍA

\_\_\_\_\_ EL TAMAÑO DE LOS GRUPOS (MÁS ALUMNOS DE LOS INDICADOS)

\_\_\_\_\_ OTRO

## 2 OBJETIVOS GENERALES DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO

COLOQUE LOS SIGUIENTES CINCO OBJETIVOS DE ACUERDO A LA IMPORTANCIA QUE USTED LES OTORGA INDICANDO CON EL NÚMERO 1 EL DE MAYOR PRIORIDAD Y CON EL 5 EL DE MENOR PRIORIDAD. POR FAVOR SÓLO UTILICE UNA VEZ CADA NÚMERO.

	LOS OBJETIVOS DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO	JERARQUÍA
<b>A</b>	PARA LOS ESTUDIANTES, UNIR LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA	
<b>B</b>	PARA LOS ESTUDIANTES, APRENDER HABILIDADES EXPERIMENTALES	
<b>C</b>	PARA LOS ESTUDIANTES, APRENDER LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA	
<b>D</b>	PARA LOS ESTUDIANTES, INCREMENTAR SU MOTIVACIÓN, DESARROLLO PERSONAL Y COMPETENCIA SOCIAL.	
<b>E</b>	PARA EL MAESTRO, EVALUAR EL CONOCIMIENTO DE SUS ALUMNOS	

## 3 CATEGORÍAS ESPECIALES AL INTERIOR DE CADA OBJETIVO DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO

A	PARA QUE LOS ESTUDIANTES, UNAN LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA	MUY IMPORTANTE	IMPORTANTE	POCO IMPORTANTE	SIN IMPORTANCIA	NO ENTIENDO LA AFIRMACIÓN
<b>A<sub>1</sub></b>	facilitar el entendimiento de la teoría es					
<b>A<sub>2</sub></b>	verificar las leyes de la ciencia es					
<b>A<sub>3</sub></b>	ilustrar diversos fenómenos a los estudiantes es					
<b>A<sub>4</sub></b>	hacer explícitos diversos métodos experimentales es					
<b>A<sub>5</sub></b>	hacer observaciones y realizar experimentos que serán útiles en futuras discusiones acerca de las teorías científicas es					
<b>A<sub>6</sub></b>	profundizar a través de ejemplos los temas del currículo es					
<b>A<sub>7</sub></b>	introducir notación y terminología técnica es					
<b>A<sub>8</sub></b>	resolver problemas que provienen de otro experimento es					
<b>A<sub>9</sub></b>	demostrar aplicaciones técnicas es					
<b>A<sub>10</sub></b>	ayudar a recordar hechos y principios es					

<b>B</b>	<b>PARA QUE LOS ESTUDIANTES ADQUIERAN HABILIDADES EXPERIMENTALES</b>	<b>MUY IMPORTANTE</b>	<b>IMPORTANTE</b>	<b>POCO IMPORTANTE</b>	<b>SIN IMPORTANCIA</b>	<b>NO ENTIENDO LA AFIRMACIÓN</b>
<b>B<sub>1</sub></b>	lograr experiencia en las técnicas experimentales comunes es					
<b>B<sub>2</sub></b>	aprender, practicándolo, un procedimiento determinado es					
<b>B<sub>3</sub></b>	aprender y practicar cómo se escribe un informe de laboratorio es					
<b>B<sub>4</sub></b>	aprender a hacer observaciones cuidadosas es					
<b>B<sub>5</sub></b>	aprender a trabajar apropiadamente y con seguridad es					
<b>B<sub>6</sub></b>	analizar los errores experimentales es					

<b>C</b>	<b>PARA QUE LOS ESTUDIANTES APRENDAN LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA</b>	<b>MUY IMPORTANTE</b>	<b>IMPORTANTE</b>	<b>POCO IMPORTANTE</b>	<b>SIN IMPORTANCIA</b>	<b>NO ENTIENDO LA AFIRMACIÓN</b>
<b>C<sub>1</sub></b>	conocer la forma de trabajar profesionalmente de los científicos es					
<b>C<sub>2</sub></b>	Aprender a pensar científicamente es					
<b>C<sub>3</sub></b>	desarrollar las habilidades científicas generales de planeación y experimentación es					
<b>C<sub>4</sub></b>	desarrollar una forma crítica de interpretación de datos es					
<b>C<sub>5</sub></b>	aprender a manejar la ciencia como una serie compleja de redes y sistemas es					
<b>C<sub>6</sub></b>	conocer los diversos métodos epistemológicos (inductivo, deductivo, etc.) es					
<b>C<sub>7</sub></b>	aprender a enfrentar las dificultades del manejo de equipo especializado es					

D	<b>PARA QUE LOS ESTUDIANTES INCREMENTEN SU MOTIVACIÓN, DESARROLLO PERSONAL Y COMPETENCIA SOCIAL</b>	<b>MUY IMPORTANTE</b>	<b>IMPORTANTE</b>	<b>POCO IMPORTANTE</b>	<b>SIN IMPORTANCIA</b>	<b>No ENTIENDO LA AFIRMACIÓN</b>
D <sub>1</sub>	desarrollar su interés es					
D <sub>2</sub>	disfrutar de la actividad experimental es					
D <sub>3</sub>	desarrollar habilidades generales de comunicación e interacción es					
D <sub>4</sub>	que el profesor promueva la motivación y que el estudiante sea motivado es					
D <sub>5</sub>	aprender cómo trabajar en equipo es					
D <sub>6</sub>	desarrollar valores éticos propios de la ciencia como la responsabilidad, la tolerancia, el cuidado del medio ambiente es					

E	<b>PARA QUE EL MAESTRO IDENTIFIQUE EL NIVEL DE CONOCIMIENTO DE SUS ALUMNOS</b>	<b>MUY IMPORTANTE</b>	<b>IMPORTANTE</b>	<b>POCO IMPORTANCIA</b>	<b>SIN IMPORTANCIA</b>	<b>No ENTIENDO LA AFIRMACIÓN</b>
E <sub>1</sub>	identificar ideas previas, o errores conceptuales, de sus alumnos es					
E <sub>2</sub>	evaluar el conocimiento teórico de sus alumnos es					
E <sub>3</sub>	evaluar el conocimiento “experimental” de sus alumnos es					

**4 MODALIDADES ESPECIALES DEL TRABAJO EN EL LABORATORIO**

**PROPÓSITO 1 PARA QUE EL ESTUDIANTE SEA CAPAZ DE UNIR LA TEORÍA CON LA PRÁCTICA**

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

**PROPÓSITO 2 PARA QUE EL ESTUDIANTE APRENDA HABILIDADES EXPERIMENTALES**

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

**PROPÓSITO 3 PARA QUE EL ESTUDIANTE CONOZCA LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA**

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

**PROPÓSITO 4 PARA LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES**

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

**PROPÓSITO 5 PARA APOYAR EL DESARROLLO PERSONAL DE LOS ESTUDIANTES**

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

**PROPÓSITO 6 PARA MEJORAR LAS CAPACIDADES SOCIALES DE LOS ESTUDIANTES COMO EL TRABAJO EN EQUIPO**

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

## PROPÓSITO 7 PARA EVALUAR EL CONOCIMIENTO DE LOS ALUMNOS

		MUY ÚTILES	ÚTILES	POCO ÚTILES	SIN UTILIDAD
1	las demostraciones de clase son				
2	los experimentos realizados por los alumnos son				
3	las sesiones abiertas de trabajo en el laboratorio son				
4	las sesiones guiadas de trabajo (intensamente, a través de un detallado manual de prácticas) en el laboratorio son				
5	Los experimentos que incorporan tecnologías modernas (por ejemplo en la captura y el procesamiento de datos) son				

### 5. COMENTARIOS ADICIONALES

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## LA ORGANIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

### 1. DATOS GENERALES

I NIVEL AL QUE IMPARTE LA ENSEÑANZA

\_\_\_\_\_ BACHILLERATO

\_\_\_\_\_ DOS PRIMEROS AÑOS DE CARRERA

\_\_\_\_\_ ÚLTIMOS TRES AÑOS DE CARRERA

II ES USTED

\_\_\_\_\_ MAESTRO DE TEORÍA

\_\_\_\_\_ MAESTRO DE LABORATORIO

\_\_\_\_\_ AMBOS

III NÚMERO DE AÑOS IMPARTIENDO ENSEÑANZA EXPERIMENTAL

\_\_\_\_\_ 0-0

\_\_\_\_\_ 1-4

\_\_\_\_\_ 7-10

\_\_\_\_\_ MÁS DE 10

IV EN SU OPINIÓN LA ENSEÑANZA

\_\_\_\_\_ EXPERIMENTAL ES MÁS IMPORTANTE QUE LA TEÓRICA

\_\_\_\_\_ TEÓRICA ES MÁS IMPORTANTE QUE LA EXPERIMENTAL

V EL MAYOR OBSTÁCULO PARA UNA ADECUADA ENSEÑANZA EXPERIMENTAL ES:

\_\_\_\_\_ ESCASO PRESUPUESTO

\_\_\_\_\_ POCO TIEMPO DEDICADO AL TRABAJO EXPERIMENTAL

\_\_\_\_\_ DESVINCULACIÓN CON LA TEORÍA

\_\_\_\_\_ EL TAMAÑO DE LOS GRUPOS (MÁS ALUMNOS DE LOS INDICADOS)

\_\_\_\_\_ OTRO(S)

## 2. EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS

### OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN

Usted realiza evaluaciones en el laboratorio con el propósito de:

	FRECUENTEMENTE	ALGUNAS VECES	CASI NUNCA	NUNCA
Clasificar a los(as) alumnos(as) según su nivel de conocimiento				
Conocer las ideas de los(as) alumnos(as)				
Conocer las dificultades que tienen los alumnos y alumnas en su aprendizaje				
Determinar el nivel alcanzado por los(as) alumnos(as) después de la enseñanza				
Comunicar a los(as) alumnos(as) el resultado del proceso de enseñanza				
Comparar los resultados obtenidos el inicio, a lo largo y al final del proceso de enseñanza				
Que los(as) alumnos(as) conozcan sus procesos de aprendizaje				
Otros propósitos. Por favor, especifique				

### 3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

2. En el curso que usted enseña, ¿se evalúa el trabajo de los estudiantes en el laboratorio?

Sí

No

3. ¿Qué proporción de la evaluación del laboratorio (aproximadamente) se basa en cada una de las categorías listadas?

	<b>% en la evaluación</b>
Observación de los estudiantes durante la sesión de laboratorio	
Resultados experimentales obtenidos por los estudiantes	
Informes escritos por los estudiantes	
Exámenes o cuestionarios	
Otros (por favor especifique)	

4. Si conoce y utiliza alguna forma alternativa de evaluación, que no haya sido considerada, por favor, méncionela

---

5. Al evaluar el informe escrito de laboratorio de un estudiante, ¿Qué importancia le da a cada uno de los siguientes criterios? Por favor clasifíquelos en orden de importancia; 1 es el más importante.

	<b>Clasificación</b>
Una descripción precisa de la forma en la que se desarrolló el trabajo	
Adquisición correcta de datos	
Ideas creativas/originales (modificar la pregunta o el aparato)	
Discusión detallada de la calidad de los datos (p.e. errores)	
Efectividad del trabajo en grupo	
Interpretación concienzuda de los resultados experimentales	
Otros aspectos (muy) importantes. Por favor, especifique	

6. El trabajo en el laboratorio, ¿se toma en cuenta para la calificación final?

**Sí**

**No**

7. ¿Qué porcentaje de la calificación final se le da al laboratorio? \_\_\_\_\_

#### **4. ORGANIZACIÓN EN EL LABORATORIO**

8. Especifique, de las siguientes formas de desarrollar el trabajo en el laboratorio aproximadamente qué porcentaje de tiempo le dedica en cada semestre.

	<b>Porcentaje de tiempo aproximado</b>
El alumno sigue un manual de prácticas que especifica el problema planteado, el método a seguir y el resultado esperado	
El alumno sigue un manual de prácticas que especifica el problema planteado, el método a seguir pero no el resultado esperado	
El alumno puede elegir el método mediante el cual desarrolla un problema planteado	
El alumno puede elegir un problema de su interés y plantear el método para desarrollarlo	

9. Del tiempo total en el laboratorio, por favor estime qué porcentaje se dedica a cada una de las siguientes actividades durante cada semestre.

	<b>Porcentaje de tiempo aproximado</b>
Actividad "típica" de laboratorio. Los alumnos trabajan en pequeños grupos interactuando con materiales y equipo, siguiendo instrucciones precisas del profesor	
Actividades abiertas (investigaciones), en las que los estudiantes deciden qué hacer	
Trabajo con computadora, cd-rom, videos	
Actividades parciales: sesiones de planeación, interpretación y discusión de los resultados	
Otras, Por favor especifique	

10. En el laboratorio que usted enseña, ¿Cuál es la relación con la teoría? Por favor señale la opción que corresponde.

Existe una relación muy cercana entre la teoría y el laboratorio	
Existe una relación cercana entre la teoría y el laboratorio pero por cuestiones de organización muchas veces existe un desfase en los tiempos	
No hay relación entre la teoría y el laboratorio	

11. Normalmente durante el trabajo de laboratorio se proporciona a los estudiantes información oral o escrita. De las siguientes funciones que puede tener esta información, por favor señale cuál es el caso en el laboratorio que usted enseña.

	<b>FRECUENTEMENTE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>CASI NUNCA</b>	<b>NUNCA</b>
Dar información sobre el marco teórico				
Dar instrucciones sobre la forma en la que se debe llevar a cabo un experimento				
Señalar las preguntas de investigación				
Señalar las preguntas de investigación				
Guiar el procesamiento de datos				
Guiar la interpretación y el análisis de los resultados				
Dar la información sobre las normas de seguridad que deben seguirse				
Otra función (por favor especifique)				

12. Por favor, señale la(s) fuente(s) de donde obtiene los experimentos que se trabajan en el laboratorio.

	FRECUENTEMENTE	ALGUNAS VECES	CASI NUNCA	NUNCA
Manuales de prácticas				
Formación inicial (en la disciplina o como profesor)				
Experiencia personal en enseñanza				
Cursos de actualización				
Iniciativa personal				
Revistas especializadas				
Libros de texto				
Internet				
Documentos colectivos realizados en su departamento				
Experiencia de otros maestros				
Otros. Por favor, especifique				

13. ¿Tiene usted libertad para diseñar y proponer experimentos en el laboratorio, o estos son definidos por el departamento en el que labora?

**Sí**

**No**

## 5. ORGANIZACIÓN DEL MANUAL DE PRÁCTICAS

14. Si usted utiliza en el laboratorio un manual de prácticas, señale de qué forma están planteados los siguientes aspectos:

<b>EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA SE REALIZA</b>	<b>FRECUEMENTE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>CASI NUNCA</b>	<b>NUNCA</b>
Como verificación o ilustración de relaciones ya establecidas, o como aplicación de una técnica				
Como verificación o ilustración de relaciones ya establecidas, o como aplicación de una técnica con algún aspecto parcial por resolver				
Como un problema a resolver				
Otro. Por favor especifique				

<b>LAS HIPÓTESIS A CONTRASTAR EN EL TRABAJO</b>	<b>FRECUEMENTE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>CASI NUNCA</b>	<b>NUNCA</b>
Son mencionadas				
Son especificadas de antemano				
Requieren de la participación de los alumnos				
Otro. Por favor especifique				

<b>EL DISEÑO EXPERIMENTAL ES PRESENTADO</b>	<b>FRECUENTEMENTE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>CASI NUNCA</b>	<b>NUNCA</b>
Elaborado como una receta				
Elaborado en general, dejando solo algunos detalles para ser resueltos por los estudiantes				
Propiciando la participación de los alumnos				
Otro. Por favor especifique				

<b>EL ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	<b>FRECUENTEMENTE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>CASI NUNCA</b>	<b>NUNCA</b>
Se propone de manera muy esquemática				
Se propone alguno que permita analizar con profundidad, a la luz de las hipótesis y el cuerpo de conocimientos, incluyendo la comparación con otros equipos				
Otro. Por favor especifique				

<b>LA CONSIDERACIÓN DE PERSPECTIVAS ABIERTAS</b>	<b>FRECUENTEMENTE</b>	<b>ALGUNAS VECES</b>	<b>CASI NUNCA</b>	<b>NUNCA</b>
Se menciona				
Se proponen algunos problemas derivados				
Se consideran algunas relaciones Ciencia – Tecnología – Sociedad				
Otro. Por favor especifique				

15. Del trabajo que usted realiza en el laboratorio, por favor, considere qué porcentaje del tiempo se llevan a cabo cada uno de los siguientes tipos de trabajos prácticos.

	<b>Porcentaje de tiempo (aprox.)</b>
Experiencias Actividades cuyo objetivo es familiarizarse con un fenómeno determinado.	
Experimentos ilustrativos Actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos.	
Ejercicios prácticos Actividades para desarrollar específicamente habilidades prácticas, estrategias de investigación o habilidades de comunicación en un contexto científico.	
Experiencias para contrastar hipótesis Experimentos que permiten contrastar hipótesis establecidas por los alumnos o por el profesor para la interpretación de los fenómenos.	
Investigaciones Actividades diseñadas para dar a los alumnos y las alumnas oportunidad de trabajar como científicos (as) en la resolución de problemas. Pueden ser teóricos o prácticos.	

## 6. COMENTARIOS ADICIONALES

---

---

---

---

---

---