



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN

TESIS

**EL TRABAJO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA EN  
BACHILLERATOS TECNOLÓGICOS**

PRESENTA

**Sara Elena Castaños López**

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**

TUTORA

**Dra. Victoria Eugenia Gutiérrez Marfileño**

**Dra. Liliana Valladares Riveroll (co-tutora)**

INTEGRANTE DEL COMITÉ TUTORAL

**Dr. Salvador Camacho Sandoval**

**Aguascalientes, Ags., 04 de noviembre de 2019**

Fecha de dictaminación dd/mm/aa: 12 de noviembre de 2019

**NOMBRE:** Sara Elena Castaños López **ID** 134129  
**PROGRAMA:** Maestría en Investigación Educativa **LGAC (del posgrado):** Instituciones y actores de educación media superior y superior  
**TIPO DE TRABAJO:** (  ) Tesis (  ) Trabajo práctico  
**TÍTULO:** El trabajo en el laboratorio de Química en Bachilleratos Tecnológicos

**OBJETIVOS:** 1. Describir y clasificar el tipo de actividades que se desarrollan en el laboratorio de Química de dos CBTis que pertenecen al subsistema DGETI en Aguascalientes. 2. Caracterizar a los laboratorios de Química de los dos bachilleratos CBTis que participan en el estudio en cuanto a los recursos humanos, materiales e infraestructura física y tecnológica.

**IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado):** El estudio constituye una aportación al conocimiento generado en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, línea de investigación reconocida tanto en el plano nacional como internacional. De manera particular contribuye a la sublínea que se ocupa del papel del laboratorio escolar en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales. Asimismo, representa un aporte a la mejora de las prácticas educativas, en este caso, el trabajo práctico que se realiza en laboratorios de ciencia de educación media superior. Conocer el tipo de prácticas que se realizan en el laboratorio de Química de dos CBTis del estado así como la infraestructura de los mismos, brinda elementos diagnósticos que llevan a dos acciones: motivar la reflexión de los docentes en torno a la importancia de este tipo de trabajo práctico en la comprensión de la ciencia y por otro lado, existen elementos, producto de la investigación que abren la puerta a la formación y actualización de los profesores de educación media en torno al conocimientos de los modelos que se han probado tienen potencial impacto en los estudiantes, en el aprendizaje de las ciencias. Finalmente, el trabajo mismo, en su desarrollo, ha tenido un impacto positivo en la formación de un nuevo investigador educativo que egresa con una formación y una perspectiva que la hace sensible a la problemática educativa y su atención a través de una herramienta fundamental de conocimiento y transformación que es la investigación científica.

**INDICAR SI/NO SEGÚN CORRESPONDA:**

- Cumple con los créditos académicos
- Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial
- Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios
- El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
- Coincide con el título registrado
- Coincide con el objetivo registrado
- Tiene congruencia con cuerpos académicos
- Tiene el CVU del Conacyt actualizado
- Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia

**En caso de Tesis por artículos científicos publicados**

- Aceptación o Publicación del(los) artículo(s) según el nivel del programa
- El estudiante es el primer autor
- El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
- En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
- Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
- La aceptación o publicación del (los) artículo(s) en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado

**SÍ**  **No**

**FIRMAS**

**Elaboraron:**

**NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCIÓN:**

Dr. Salvador Camacho Sandoval

**NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO:**

Dra. Victoria Eugenia Gutiérrez Marfileño

**Revisó:**

**NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO:**

Dr. Alfredo López Ferreira

**Autorizó:**

**NOMBRE Y FIRMA DEL DECANO:**

Mtra. María Zapopan Tejeda Caldera

**Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado**

\*En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: .... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

CARTA DE VOTO APROBATORIO  
COMITÉ TUTORAL

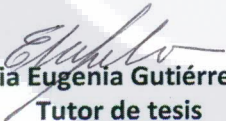
**MTRA. MARÍA ZAPOPAN TEJEDA CALDERA**  
**DECANA DEL CENTRO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**  
**PRESENTE**


Por medio del presente como **Miembros del Comité Tutorial** designados de la estudiante **SARA ELENA CASTAÑOS LÓPEZ** con ID 134129 quien realizó la tesis titulada: **EL TRABAJO EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA EN BACHILLERATOS TECNOLÓGICOS**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, damos nuestro consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"Se Lumen Proferre"**

**Aguascalientes, Ags., a 04 de noviembre de 2019**

  
**Dra. Victoria Eugenia Gutiérrez Marfileño**  
**Tutor de tesis**

  
**Dra. Liliana Valladares Riveroll**  
**Co-Tutor de tesis**

  
**Dr. Salvador Camacho Sandoval**  
**Asesor de tesis**

c.c.p.- Interesada.

c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado.

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.  
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.  
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-16  
Actualización: 00  
Emisión: 17/05/19

## AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

En los años de mi formación escolar son muchas las personas e instituciones con quienes estoy en deuda por haber recibido de ellas numerosas oportunidades para crecer como ser humano y para formarme como profesional.

El documento que inicia con estos agradecimientos y reconocimientos es el reporte de la investigación de mi tesis de maestría y de cuyo contenido la única responsable soy yo.

Empezaré agradeciendo a la institución en cuyo recinto recibí la formación profesional. Mi gratitud la Universidad Autónoma de Aguascalientes en donde realicé mis estudios de Licenciatura en Nutrición y posteriormente los de Maestría en Investigación Educativa (MIE) y de la que además recibí también un subsidio por ser becaria de este programa.

Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado para la elaboración de los estudios de maestría.

Las instituciones son las personas, quienes les dan viabilidad y sustentabilidad a los proyectos de trabajo institucional, como es el caso de la MIE. Reconozco que fruto de mi trabajo se debe en buena medida a las modificaciones que ocurrieron durante el proceso de formación de la maestría y que fueron apoyadas, mejoradas y criticadas por los maestros que fungieron como miembros del comité tutorial. Expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutora la doctora Victoria Eugenia Gutiérrez Marfileño, al doctor Salvador Camacho Sandoval y la doctora Liliana Valladares Riveroll, los tres, miembros de mi comité tutorial. En particular quiero destacar el apoyo de la doctora Valladares, quien a la distancia siempre estuvo cercana a mi trabajo. Agradezco también a todos mis profesores por su paciencia, a Elsa Ramírez por su dedicación y eficiencia en el trabajo como asistente de la coordinación de la MIE y de quien siempre recibí apoyo cuando lo necesité. No puedo dejar de lado a mis compañeros de generación, en más de una ocasión hicieron ligera la carga académica con la particular presencia de cada uno de ellos.

Durante el último semestre de la maestría se incorporaron como revisoras y lectoras las doctoras Margarita Zorrilla Fierro y Marcela López Arellano. A ellas mi profundo agradecimiento y reconocimiento por su acucioso trabajo de lectura y revisión en el que la crítica y la propuesta de mejora siempre estuvieron presentes.

En particular, quiero dar los créditos merecidos al arduo trabajo que desempeñó la doctora Margarita Zorrilla acompañando desde inicios del cuarto semestre esta investigación, fungiendo en los hechos como cotutora. Agradezco su acompañamiento tan estrecho que fortaleció los lados débiles que se habían estado señalando en los seminarios de investigación. Su experiencia metodológica enriqueció los faltantes y sumaron muchos aciertos más que ahora se ven reflejados. Gracias por impulsarme a dar siempre el extra y exigirme mucho, aprendí de usted muchas cosas académicas y en cada plática un poco más acerca de la vida.

Agradezco a Miriam Ileana, mi compañera y amiga del posgrado por su complicidad y ayuda en este proceso de la maestría que sin duda su experiencia y amistad, contribuyeron a este trabajo. A la doctora Guadalupe Pérez Martínez por sus aportaciones a mi formación académica y cobijo durante este trayecto. A Sara Sofía Calvario por sus ojos revisores que me ayudaron mucho en el cierre de mi tesis.

A mi esposo Orlando por sus correcciones de estilo de la tesis. A mi hijo, mis padres y hermanos a todos ellos por su apoyo espiritual, moral y económico en este proyecto de vida. A mi familia y amigos que siempre me dieron palabras de aliento para seguir adelante.

A los docentes que participaron en este estudio, valoro su trabajo, participación y sin duda gracias por ser fuente de inspiración para sus estudiantes.

A mis estudiantes que siempre estuvieron al pendiente de mi proceso como estudiante de maestría y sin duda porque este trabajo me retó como docente a ofrecerles más y mejores experiencias significativas desde el aprender ciencia haciendo ciencia.

Y como broche de oro, agradezco a mi Dios que me lo ha dado todo para crecer, gracias por darme la vida y nunca alejarme de Ti.

*Sara Elena Castaños López  
Aguascalientes, Ags., 04 de noviembre de 2019*

## DEDICATORIA

**Romanos 11:36**

**Porque de Él, por Él y para Él son todas las cosas. A Él sea la gloria para siempre. Amén**

A Orlando, el amor de mi vida, gracias por amarme con todas mis locuras y defectos, por apoyarme en todos mis sueños, admiro tus talentos y amo que los compartas conmigo; gracias por volar a mi lado sin cortar mis alas de libertad, juntos multiplicamos la felicidad que nos merecemos.

A Santiago Vladimir, por compartir conmigo tu existencia y caminar juntos en esta vida, me invitas a ser mejor persona porque tengo un gran compromiso contigo, amarte y darte lo mejor de mí.

A Julio y Cecilia, mis hermosos padres, su amor y compañía han sido fundamentales para todos mis proyectos de vida, sin duda, este logro lo dedico también a ustedes es un fruto de todo lo bueno que hay en su corazón y honro su existencia.

A Lucina, mi hermana, confidente y apoyo, sin ti no sé qué hubiera hecho en este caminar del posgrado, te amo.

A Julio mi hermano, por tu amor incondicional.

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE TABLAS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
<b>CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. EL USO DEL LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....</b>	<b>8</b>
1.1 La educación científica: una prioridad en la educación obligatoria.....	9
1.2 Enseñanza y aprendizaje de las ciencias como un campo de intervención e investigación educativas.....	16
1.3 La enseñanza de las ciencias experimentales, el caso de la Química.....	19
1.4 Problemática en el trabajo que se desarrolla en el laboratorio de Química.....	22
1.5 Contexto, Razones, Preguntas y Objetivos de investigación.....	24
1.5.1 El contexto del estudio. Los bachilleratos tecnológicos, enfoque de ciencia y objetivos en su plan curricular.....	25
1.5.2 Razones y motivos.....	28
1.5.3 Preguntas y objetivos de investigación.....	29
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO. LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN EL LABORATORIO ESCOLAR.....</b>	<b>31</b>
2.1. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales.....	31
2.1.1 Concepto de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales.....	31
2.1.2 Objetivos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales.....	33
2.1.3 Estrategias didácticas significativas en la enseñanza y aprendizaje de la Química...36	
2.1.4 Modelos de enseñanza del laboratorio.....	39
2.2. Trabajo práctico del laboratorio: tipificación de las prácticas.....	44
2.2.1 Características y propósitos del laboratorio escolar.....	44
2.2.2 Caracterización y clasificación de las prácticas de laboratorio.....	49
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>55</b>
3.1 Tipo de estudio.....	55
3.2 Selección de participantes y desarrollo del trabajo de campo.....	56
3.3 Acercamiento a las prácticas en el laboratorio.....	58
3.3.1 Videograbaciones de prácticas de laboratorio de Química.....	59
3.3.2 Entrevista semiestructurada a los docentes que imparten clase de laboratorio de Química.....	60

3.3.3 Lista de cotejo de infraestructura y equipamiento del laboratorio.....	61
3.4 Prácticas en el laboratorio de Química: clasificación, operacionalización y procedimiento para el análisis.....	62
3.5 Consideraciones éticas.....	66
<b>CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>67</b>
4.1 Aspectos generales y contextos de los bachilleratos A y B.....	68
4.2 Descripción general y clasificación de las prácticas casos A y B .....	71
4.2.1 Descripción general de las prácticas caso A .....	71
4.2.2 Clasificación de las prácticas de laboratorio de Química caso A .....	72
4.2.3 Descripción general de las prácticas caso B .....	74
4.2.4 Clasificación de las prácticas de laboratorio de Química caso B .....	75
4.3 Análisis y discusión: clasificación de las prácticas casos A y B .....	77
4.3.1 Concentrado de clasificación de las prácticas por ambos docentes .....	77
4.3.2 Actividades de observación y medición.....	78
4.3.3 Actividades combinadas 1: observación-medición y confirmación-verificación .....	87
4.3.4 Actividades combinadas 2: observación-medición y descubrimiento .....	92
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES.....</b>	<b>98</b>
5.1 Hallazgos de la investigación .....	98
5.2 Alcances y limitaciones.....	102
5.3 Algunas futuras líneas de investigación y de aplicación al campo de las ciencias experimentales .....	103
5.4 Reflexiones finales: basadas en una experiencia profesional y estudiantil .....	105
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>118</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.1 Resultados de México en la competencia científica de la prueba *PISA* ..... 13

Tabla 1.2 Descripción de los Niveles de Desempeño en la escala global de Ciencias, *PISA* 2015..... 14

Tabla 1.3 Competencias genéricas, disciplinares y profesionales de la EMS.....25

Tabla 2.1 Expectativas de logro del laboratorio escolar .....46

Tabla 2.2 Clasificación de las prácticas de Laboratorio de Química de Caballer y Oñorbe (1999) ..... 51

Tabla 2.3 Clasificación de las prácticas de Laboratorio de Química de Tamir y García (1992)..... 51

Tabla 2.4 Clasificación de las prácticas del Laboratorio de Química de Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994) ..... 52

Tabla 3.1 Escuelas con modalidad Bachillerato Tecnológico en Aguascalientes.....57

Tabla. 3.2 Apartados de la lista de cotejo de infraestructura y equipamiento del laboratorio de Química.....62

Tabla 3.3 Clasificación de las prácticas de laboratorio de Química (adaptado de Carmo, 2014)..... 64

Tabla 3.4 Categorización de las actividades del docente y estudiantes en las prácticas de laboratorio de Química ..... 65

Tabla 4.1 Prácticas realizadas por docente caso A..... 72

Tabla 4.2 Clasificación de las prácticas realizadas por el docente A..... 73

Tabla 4.3 Prácticas realizadas por docente caso B ..... 75

Tabla 4.4 Clasificación de las prácticas realizadas por el docente B ..... 75

Tabla 4.5 Clasificación de las prácticas docentes A y B..... 78



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivos describir y clasificar el tipo de actividades que se desarrollan en el laboratorio de Química de dos Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) que pertenecen al subsistema Dirección General de Educación Tecnológica Industrial (DGETI) en Aguascalientes, así como caracterizar a los laboratorios de Química en cuanto a los recursos humanos, materiales e infraestructura física y tecnológica. La metodología que se utilizó para desarrollar este trabajo fue un estudio exploratorio con un enfoque cualitativo y tipificado metodológicamente como un estudio de caso. Entre los hallazgos, se obtuvo que el tipo de prácticas que realizan en su mayoría ambos casos del estudio de acuerdo con la adaptación de Carmo (2014), pueden clasificarse dentro de un modelo de actividades denominado observación y medición, también conocidas como tipo receta de cocina. Se reconoce que las actividades prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio tienen una necesidad grande de modificarse para poder ofrecer experiencias significativas sobre el quehacer científico a los estudiantes, así como una propuesta llamativa para perfilarlos a las vocaciones científicas. Los contextos escolares sin duda pueden ser espacios para reconstruir las prácticas que se vienen realizando desde la incorporación de los laboratorios a los planteles. No obstante, la comprensión de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias actual, basada en la actividad práctica que se lleva a cabo en el laboratorio, exige un esfuerzo importante para entender el fenómeno y la experiencia vivencial que tienen lugar en este espacio.

**Palabras clave:** prácticas de laboratorio de Química, enseñanza y aprendizaje de la Química, educación científica, educación media superior, bachillerato tecnológico.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to describe and classify the type of activities carried out in the Chemistry Laboratory of two Industrial and Baccalaureate Technology Center (CBTis) that belong to the General Directorate of Industrial Technological Education (DGETI) in Aguascalientes, as well as characterize chemistry laboratories in terms of human resources, materials and physical and technological infrastructure. The methodology used to develop this work was an exploratory study with a qualitative approach and methodologically typified as a case study. Among the findings, it was obtained that the type of practices that mostly carry out both cases of the study according to the adaptation of Carmo (2014), can be classified within a model of activities called observation and measurement, also known as cooking recipe. It is recognized that the practical activities carried out in the laboratory have a great need to change in order to offer meaningful experiences on the scientific work to the students, as well as a striking proposal to profile them to the scientific vocations. School contexts can undoubtedly be spaces to reconstruct the practices that have been carried out since the incorporation of laboratories to schools. However, the understanding of the teaching and learning of science today, based on the practical activity carried out in the laboratory, requires an important effort to understand the phenomenon and the experiential experience that take place in this space.

**Keywords:** chemistry laboratory practices, chemistry teaching and learning, scientific education, high school, technological high school.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias experimentales, en particular la Química, demanda de gran variedad de estrategias para que resulten en verdaderas oportunidades de acercamiento a la ciencia y su proceder a través de la experimentación. La didáctica de las ciencias experimentales sostiene que una de las estrategias, potencialmente efectiva para su aprendizaje es el trabajo del laboratorio o prácticas de laboratorio, como se les conoce en las escuelas. Dicha labor de experimentación tiene lugar en un ambiente que, de por sí, representa el espacio en el que se construye el trabajo científico. El trabajo experimental permite que los estudiantes, además de relacionar la teoría con la práctica, desarrollen habilidades, destrezas y actitudes positivas hacia las ciencias, con lo que contribuye a su formación científica.

La presente investigación es el resultado de un proceso formativo desarrollado durante el periodo de estudios de la Maestría en Investigación Educativa de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (2017-2019), la cual tuvo como objetivo describir y clasificar el tipo de actividades que se desarrollan en el laboratorio de Química de dos bachilleratos CBTis que pertenecen al subsistema DGETI en Aguascalientes.

Este trabajo de investigación forma parte de la línea de investigación de “Actores e instituciones de educación media superior y superior”, en la que se incorporan también estudios sobre enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La realización de este estudio se justifica por la importancia del trabajo práctico referido como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la Química, que de acuerdo con Lunetta et al. (2007) permite que los estudiantes vislumbren ideas sobre la naturaleza de la ciencia que son cruciales para el desarrollo del conocimiento científico. Estas son algunas de las razones por las cuales las actividades de laboratorio, prácticas de laboratorio, trabajo práctico, entre otros términos que se mencionan en los reportes de investigación, tienen un lugar destacado en muchos de los currículos de ciencias. Por otro lado, las investigaciones sobre las prácticas de laboratorio de Química en educación media superior en México son escasas, y no se han encontrado estudios previos en el país y/o en el estado en los que se explore la dinámica que ocurre en el laboratorio y una tipificación de las actividades llevadas a cabo.

El presente informe de investigación se organiza en cinco capítulos. El primer capítulo trata de la construcción del objeto de estudio y se presentan los antecedentes y la problemática

analizada. En el segundo capítulo se exponen los fundamentos teóricos y conceptuales que sustentan esta investigación. El capítulo tres describe el diseño metodológico que se utilizó en el estudio para el logro de los objetivos planteados. En el cuarto capítulo se presenta el análisis y discusión de los resultados obtenidos. Y, por último, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones del estudio, alcances y limitaciones, así como para futuras líneas de investigación que se reflexionan a partir de lo obtenido.



## CAPÍTULO 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. EL USO DEL LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El trabajo de laboratorio se ha considerado desde principios del siglo XIX como la característica distintiva de la enseñanza de las ciencias naturales, en particular la Química y la Física (Simmons, et al., 2005). El motivo es que la mayoría de las ciencias naturales o experimentales poseen una dimensión empírica muy importante, al menos más visible que en el caso de las ciencias sociales y humanas.<sup>1</sup> Una parte de la construcción del conocimiento científico y del progreso actual de la ciencia y la tecnología se ha realizado mediante el uso de laboratorios profesionales, lo que ha permitido realizar mediciones y observaciones a fin de contrastar hipótesis, responder preguntas y plantear nuevas ideas. Dentro de las ciencias experimentales clásicas se encuentran la Biología, Física y Química.

En general se ha pretendido que la enseñanza de las ciencias refleje la forma de construcción de la ciencia profesional, y que a nivel de micro escala se pueda ver plasmado en las clases de laboratorio escolar de los niveles básicos y pre universitarios.

La función de los laboratorios en la formación científica es permitir que los estudiantes tengan experiencias de aprendizaje en las que interactúen con materiales o con fuentes secundarias de datos para observar y comprender aspectos del mundo natural. Por la investigación empírica disponible se sabe (Crisafulli y Villalba, 2013; Cucci y Ferrante, 2014; Golombek, 2008; Hofstein y Lunetta, 2003; Simmons, et al., 2005) que no cualquier práctica de laboratorio favorece una auténtica formación científica. En el informe del proyecto de evaluación conocido por sus siglas en inglés *PISA (Programme For International Student Assessment)* y traducido al español como *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos* de 2015 se señala que las prácticas en el laboratorio de ciencias pueden convertirse en una poderosa herramienta que favorezca actitudes favorables hacia el aprendizaje de las ciencias y el desarrollo de competencias científicas, por ello, radica el interés por realizar esta investigación para describir el tipo de prácticas que se desarrollan en las clases de “laboratorio” en escuelas de

---

<sup>1</sup> Por su desarrollo histórico, las ciencias naturales suelen conocerse también como ciencias empíricas, aunque hoy día existe una aceptación generalizada acerca de la importancia de la dimensión empírica en el trabajo científico independientemente de si se clasifica a las ciencias como “duras” o “blandas”, como “empíricas” o “teóricas”, como “experimentales” o “no experimentales” (Gianella, 2006).

Educación Media Superior del Estado de Aguascalientes, en particular en dos Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis).

El propósito del presente capítulo consiste en explicitar el problema de investigación u objeto de estudio. El planteamiento del problema de investigación se desarrolla alrededor de los elementos relacionados con el laboratorio escolar de ciencias. En primer lugar, se habla sobre la educación científica como una prioridad de la educación obligatoria mexicana, con énfasis en la educación media superior. Asimismo, se refiere al surgimiento de los laboratorios de ciencias en la educación formal, así como el establecimiento de la educación científica como una prioridad en las metas de desarrollo que plantea cada país; se exponen algunos tópicos relevantes revisados en la intervención e investigación educativa sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en particular el caso de la Química; enseguida se mencionan los aspectos que repercuten en el trabajo experimental que se lleva a cabo en el laboratorio escolar y se destaca la importancia de realizarlo en la educación media superior. Se cierra el capítulo con las preguntas y objetivos que guían la investigación, así como los elementos que justifican y dan sentido a su realización.

### **1.1 La educación científica: una prioridad en la educación obligatoria**

La incorporación de laboratorios de ciencias en la educación media que para el caso de México incluye educación secundaria y educación media superior,<sup>2</sup> data de principios del siglo XX. No obstante, la enseñanza de la Química en las escuelas de bachillerato procede desde el siglo XIX, cuando se les dotaba a los estudiantes de clase baja con algunos conocimientos básicos de Química con la finalidad de prepararlos para el sector industrial. Desde entonces se sostiene la premisa de que la Química es una materia que se “aprende haciendo”, lo que influyó en que se realizaran las primeras demostraciones o experimentos (Flores, Caballero y Moreira, 2009).

El énfasis en los trabajos experimentales o demostrativos en la primera parte del siglo XX entra en conflicto en los años veinte y treinta al no contar con las evidencias pedagógicas que sustentaran el trabajo que se llevaba a cabo en los laboratorios (Pickering, 1993). Es hasta la segunda mitad del siglo XX que resurge la actividad práctica de los laboratorios, con especial atención en el método por descubrimiento. Pese a este resurgimiento, en los años setenta y

---

<sup>2</sup> Se utilizará indistintamente los términos “bachillerato”, “preparatoria” y “educación media superior”.

ochenta se cuestiona la efectividad del uso del laboratorio para la enseñanza de las ciencias, y se observa un desinterés generalizado (Flores et al., 2009; Johnstone, 1993).

No obstante, a pesar de los vaivenes en el uso de los laboratorios para la enseñanza de las ciencias, su uso continúa estando vigente. La enseñanza en el laboratorio se aborda desde distintos modelos y objetivos que se ven reflejados en los currículos particulares de las asignaturas de ciencias. Sin embargo, algunos autores (Flores et al., 2009; Hofstein y Lunetta, 2003; Pickering, 1993; Simmons, et al., 2005) contemplan que es imposible comprender la dinámica del mundo actual sin una formación científica desde la educación básica, razón por la que el laboratorio sigue siendo el espacio donde se promueven los objetivos centrales de la educación científica, incluyendo la comprensión del mundo natural, sus habilidades científicas, de investigación, resolución de problemas, así como de sus aplicaciones.

Es posible afirmar que la educación científica desde hace mucho tiempo y para varios países constituye una meta estratégica en el desarrollo de la vida de las personas y de las sociedades. Ya desde 1996, en los *National Science Education Standards*, auspiciados por el *National Research Council* (1996), referían lo siguiente:

En un mundo repleto de productos de la indagación científica, la alfabetización científica se ha convertido en una necesidad para todos: todos necesitamos utilizar la información científica para realizar opciones que se plantean cada día; todos necesitamos ser capaces de implicarnos en discusiones públicas acerca de asuntos importantes que se relacionan con la ciencia y la tecnología; y todos merecemos compartir la emoción y la realización personal que puede producir la comprensión del mundo natural. (p.3)

No hay una unificación en el propósito de la educación científica, ya que existen propuestas dirigidas desde diferentes perspectivas y factores (Macedo, 2016). Sin embargo, así como se ha planteado en Delors (1994), en los *National Science Education Standards* (1996), en Macedo (2016) y en Asencio (2017) coinciden en que la alfabetización científica, es un elemento clave a destacar en el conocimiento científico y en la formación de una nueva ciudadanía. Adicionalmente, Quijano (2012) señala que es necesario acompañar a la alfabetización científica con una didáctica de las ciencias que pueda proveer de una educación científica de calidad en las dimensiones procedimentales y actitudinales, proveyendo a los ciudadanos escolarizados una motivación en los ámbitos de ciencia y tecnología que día a día demandan su abordaje.

A las metas estratégicas de diferentes países se suman los planteamientos en el mismo sentido de organismos internacionales tales como la Organización de las Naciones Unidas para

la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) con una de sus agendas más emblemáticas denominada “Ciencia, Tecnología e Innovación como ejes transversales de la agenda global de desarrollo sostenible e inclusivo hacia 2030” (UNESCO, 2016, p. 3). Dentro de los ejes centrales vitales a desarrollar se encuentran: educación, ciencias naturales, ciencias sociales y humanas, cultura y comunicación e información. La UNESCO ha creado diferentes foros internacionales, donde se insertan las temáticas planteadas en los ejes vitales, y dentro de estos ejes se encuentra la educación científica y su importancia en el mundo actual (Macedo, 2016).

Por otra parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) integrada por 36 países miembros,<sup>3</sup> siendo México uno de ellos, ha ganado influencia en todo el mundo. Dentro de su programa educativo, desde el año 2000 se lleva a cabo una evaluación internacional dirigida a estudiantes de 15 años que normalmente se encuentran por concluir el equivalente al noveno grado o el décimo grado (tercero de secundaria o primero de bachillerato en el caso de México). Este proyecto de evaluación es *PISA* (conocido así por sus siglas en inglés como se mencionó anteriormente), tiene como finalidad conocer el nivel de dominio que logran los estudiantes de cada uno de los 75 países participantes en tres competencias básicas para la vida: comprensión lectora, matemáticas y competencias científicas. Estas competencias se comprenden y valoran como necesarias y básicas para que los estudiantes se incorporen al mercado laboral o continúen su formación en la educación superior. El análisis y discusión de los resultados de esta evaluación internacional puede permitir a cada país participante tomar decisiones pertinentes para que sus estudiantes y futuros ciudadanos actúen de manera responsable en asuntos de interés común, así como también decisiones tendientes a mejorar sus sistemas educativos (OCDE, 2016).

Como ya se señaló, *PISA* es una prueba de evaluación en la que se evalúan tres competencias consideradas relevantes para la vida de los estudiantes, estas competencias son: la competencia lectora, matemática y científica. La aplicación de *PISA* se ha realizado cada tres años a partir del año 2000. Cada aplicación se concentra en un área principal de las competencias, por lo tanto, la competencia principal de la prueba representa el 66% y el 17% cada una de las otras dos competencias. En cada periodo de aplicación se modifica la competencia mayoritaria a evaluar (INEE, 2016). En el primer ciclo de evaluación durante el año 2000 la competencia

---

<sup>3</sup> Recientemente en este 2019 Colombia ha sido aceptado como país miembro de la OCDE.



con mayor énfasis fue la competencia lectora. En el año 2003 fue la competencia de matemáticas, en el año 2006 se enfocaron en la competencia en ciencias y en el año 2009 se volvió a considerar la competencia lectora y continuó hasta 2018.

Para el caso de México la evaluación de competencias científicas fue durante los años 2006 y 2015. Los resultados obtenidos en los informes de *PISA* para México, permiten elaborar un referente del desempeño de los alumnos brindando la posibilidad de ser comparados con otros países que también son evaluados por *PISA*. A partir de los informes se establece que en México el nivel de desempeño de los estudiantes del último grado de secundaria y del primer grado de bachillerato en el área de ciencias ha sido inferior al promedio desde la primera aplicación de la prueba, puesto que la media teórica es de 500 puntos, generando una variación entre los estudiantes (INEE, 2016).

En cuanto a la organización de la escala de medición para la competencia científica en la prueba *PISA*<sup>4</sup> se estructura en tres subescalas que tienen el propósito de: 1) explicar fenómenos de manera científica; 2) evaluar y diseñar la investigación científica, e 3) interpretar datos y evidencias científicas. Además, en las pruebas aplicadas desde el año 2000 se incluye un apartado de actitudes hacia la ciencia en la que se evalúa y se reconoce la importancia que tiene para la educación científica, aunque los resultados de las actitudes y la relación con el desempeño de los alumnos en la prueba sigue siendo ambigua para reportar el vínculo e importancia para las ciencias (INEE, 2016).

Los apartados de la prueba ubican las respuestas de los estudiantes en seis niveles de desempeño. En el nivel uno los estudiantes tienen algunas competencias pero no alcanzan el mínimo necesario para continuar con éxito estudios superiores o desempeñarse adecuadamente en la sociedad del conocimiento; el nivel dos representa el mínimo para que un estudiante se desempeñe adecuadamente en la sociedad contemporánea y pueda continuar con éxito estudios superiores; en el nivel tres y cuatro se encuentran estudiantes por arriba del nivel mínimo y, por

---

<sup>4</sup> No es objeto de este apartado detallar todos elementos relativos a la prueba *PISA*, pero si es importante destacar que la medición de las competencias para la vida a las que se ha hecho mención en el texto, se realiza con una prueba matricial, lo que significa que cada estudiante contesta una proporción de la prueba. Por ejemplo, en 2009, la prueba completa consistió en 13 cuadernillos y cada estudiante que participó en la muestra de cada país participante, respondió sólo un cuadernillo. Posteriormente a través de análisis estadísticos se realiza un procedimiento conocido como de valores plausibles a través del cual se calculan mediante estimaciones probabilísticas 5 puntuaciones plausibles para cada estudiante de acuerdo a sus respuestas en el cuadernillo que le haya correspondido.

ello, muestran niveles buenos, aunque no es el nivel óptimo para la realización de actividades cognitivas de niveles superiores; y por último, en los niveles cinco y seis, se sitúan los estudiantes que tienen capacidad de realizar actividades de alta complejidad cognitiva, con potencial para ocupar posiciones de liderazgo en el ámbito científico u otros (INEE, 2016).

Los resultados obtenidos en la prueba *PISA* en la competencia científica en México desde la primera aplicación en el año 2000 hasta la última que fue en 2015, fueron los siguientes:

**Tabla 1.1 Resultados de México en la competencia científica de la prueba *PISA***

<b>Año</b>	<b>Puntaje</b>
2000	422
2003	405
2006*	410
2009	416
2012	415
2015*	416

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la OCDE (2016) citado en INEE (2016).

\*Año en que la prueba evaluó mayoritariamente la competencia científica

No obstante, *PISA* no es la única prueba de evaluación para medir las competencias científicas de los estudiantes durante los 15 años que se encuentran en la escuela, sin embargo, habrá que reconocer que es una evaluación que se ha utilizado en reformas educativas en algunos de los países participantes. Para el caso de América Latina destaca el desempeño de los estudiantes de Chile en el que se ha ido observando una mejora en el ámbito educativo, al igual que México, pues durante casi 20 años se ha mantenido con un desempeño similar. Sería deseable que los resultados de la evaluación *PISA* pudieran convertirse en un punto de reflexión para los diseñadores de programas educativos, pero también para los docentes que prestan sus servicios en el aula, esto significaría aprender a colocar la información de mejor manera para los expertos en currículo y para los docentes.

La pregunta obligada podría ser, ¿cómo se están enseñando las ciencias a los estudiantes para que en cada evaluación se obtengan resultados similares?, sin embargo, esta pregunta no es la finalidad *per se* de esta investigación, pero sí se considera como antecedente importante mencionar la prueba *PISA* porque una de las competencias que evalúa es la educación científica,

objeto de estudio para esta investigación, asimismo, conocer cuáles han sido los resultados en esta área para México permiten tener una visión más amplia del objeto de estudio.

En la prueba *PISA* se operacionaliza la competencia científica en seis niveles de desempeño como se menciona anteriormente y es de interés contar con esta información porque cada uno de los niveles define *a priori* las tareas que un estudiante de acuerdo a sus resultados es capaz de realizar. En la tabla 1.2 se describen las tareas que corresponden a cada nivel de desempeño y se señala el puntaje de ese nivel. La escala de medición de la multicitada prueba va de 200 a 800 puntos con una media teórica de 500.

**Tabla 1.2 Descripción de los Niveles de Desempeño en la escala global de Ciencias, *PISA* 2015.**

Nivel de desempeño/Puntaje asociado	Tareas que puede realizar un estudiante
<p style="text-align: center;"><b>6</b> 707.93 o más</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede aprovechar una gama de ideas y conceptos científicos interrelacionados de las ciencias físicas, de la vida, y de la Tierra y el espacio, así como usar conocimientos de contenido, de procedimientos y epistémicos para ofrecer hipótesis explicativas de fenómenos, eventos y procesos científicos nuevos, o para hacer predicciones.</li> <li>• Al interpretar datos y evidencias es capaz de distinguir entre información relevante e irrelevante, y puede aprovechar conocimientos externos al currículo escolar normal.</li> <li>• Puede distinguir argumentos basados en teorías y evidencias científicas de los que se basan en otras consideraciones.</li> <li>• Puede valorar pros y contras de diseños alternativos de experimentos, estudios de campo y simulaciones complejos, y justificar la elección de alguno de ellos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>5</b> De 633.33 a menos de 707.93</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede utilizar ideas o conceptos científicos abstractos para explicar fenómenos, eventos y procesos no familiares y complejos que impliquen múltiples relaciones causales.</li> <li>• Es capaz de aplicar conocimiento epistémico sofisticado para valorar los pros y contras de diseños experimentales alternativos y justificar su elección al respecto, y usar conocimiento teórico para interpretar información o hacer predicciones.</li> <li>• Puede valorar formas de explorar científicamente una pregunta dada e identificar límites en las interpretaciones de conjuntos de datos, incluyendo las de las fuentes, así como efectos de la incertidumbre en los datos científicos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>4</b> De 558.73 a menos de 633.33</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede usar conocimiento de contenidos complejos y abstractos, que le es proporcionado o que recuerda, para elaborar explicaciones de eventos y procesos complejos y poco familiares.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede conducir experimentos que involucren dos variables independientes o más, en un contexto acotado.</li> <li>• Es capaz de justificar un diseño experimental, utilizando elementos de conocimiento procedimental y epistémico. Puede interpretar datos de un conjunto de complejidad media y de un contexto poco familiar, y de sacar conclusiones apropiadas que vayan más allá de los datos, justificando sus elecciones.</li> </ul>
<b>Nivel de desempeño/Puntaje asociado</b>	<b>Tareas que puede realizar un estudiante</b>
<p><b>3</b> De <b>484.14</b> a menos de <b>558.73</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede usar conocimiento de contenidos de complejidad moderada para identificar fenómenos familiares y elaborar explicaciones al respecto.</li> <li>• En situaciones menos familiares o más complejas puede construir explicaciones si se le da apoyo u orientación relevante.</li> <li>• Aprovecha elementos de conocimiento procedimental o epistémico para hacer un experimento simple en un contexto acotado.</li> <li>• Puede distinguir entre temas científicos y no científicos e identificar la evidencia que apoya una afirmación científica.</li> </ul>
<p><b>2</b> De <b>409.54</b> a menos de <b>484.14</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es capaz de usar conocimiento de contenido cotidiano, y conocimiento procedimental básico, para identificar una explicación científica apropiada, para interpretar datos, y para identificar la pregunta que busca responder un diseño experimental simple.</li> <li>• Puede usar conocimiento científico básico y cotidiano para identificar una conclusión válida que se derive de un conjunto de datos simple.</li> <li>• Puede mostrar conocimiento epistémico básico al ser capaz de identificar preguntas susceptibles de ser investigadas científicamente.</li> </ul>
<p><b>1<sup>a</sup></b> De <b>334.94</b> a menos de <b>409.54</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede usar conocimiento de contenido básico o cotidiano, y conocimiento procedimental elemental, para reconocer o identificar explicaciones de fenómenos científicos simples. Con apoyo, puede emprender indagaciones científicas estructuradas que no impliquen más de dos variables.</li> <li>• Puede identificar relaciones causales o correlacionales simples, e interpretar datos gráficos y visuales que impliquen un bajo nivel de demanda cognitiva.</li> <li>• Puede seleccionar la mejor explicación científica de datos que se le presenten en un contexto personal, local o global que le sea familiar.</li> </ul>
<p><b>1b</b> De <b>260.54</b> a menos de <b>334.94</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede usar conocimiento científico básico o cotidiano para reconocer aspectos de fenómenos familiares o sencillos. Puede identificar patrones simples en un conjunto de datos, reconocer términos científicos básicos, y seguir instrucciones explícitas para llevar a cabo un procedimiento científico.</li> </ul>

Fuente: Adaptación propia basado en la OCDE (2016) citado en INEE (2016).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

El informe de *PISA* 2015 (INEE, 2016) señala que el desempeño de los estudiantes mexicanos concentra 81.4% en los dos primeros niveles de desempeño. También se advierte que un bajo porcentaje de nuestros estudiantes se ubica en los niveles tres y cuatro, siendo éstos los que obtuvieron resultados superiores al promedio de los 500 puntos y solo 0.1% de los estudiantes se ubicó en el nivel cinco, lo que significa que posee altas capacidades cognitivas.

Los resultados de la evaluación de la competencia científica que han obtenido los estudiantes mexicanos a lo largo del tiempo en la prueba *PISA* (INEE, 2016), pueden tomarse como elementos para el diseño de políticas educativas, en particular de política relacionadas con el currículo escolar, tanto en la educación secundaria como en la educación media superior. Ciertamente el diseño e instrumentación de políticas educativas dirigidas al currículo en general y en particular a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, es un ámbito complejo que no está exento de polémicas y confrontaciones de distinto orden. No obstante, muchos autores tienen el convencimiento de que la educación científica desde la escuela básica es fundamental para el surgimiento de talentos científicos y tecnológicos que el desarrollo de México necesita (Flores, 2012).

La investigación educativa puede contribuir a valorar cuáles son las estrategias de enseñanza y de aprendizaje que se utilizan por los docentes y los estudiantes, con el fin de identificar, apostar y potencializar aquellas que verdaderamente representen un cambio positivo en los resultados de desempeño de nuestros estudiantes respecto de las competencias científicas. En suma, por ahora la aportación importante de *PISA* es aprender a mirar con otros ojos la formación científica de los jóvenes en nuestro país y contar con otras herramientas para tomar decisiones de mejoramiento de esta formación.

### **1.2 Enseñanza y aprendizaje de las ciencias como un campo de intervención e investigación educativas**

Al ser establecida como prioridad la educación científica en la agenda mundial para el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico se esperaría que se le brindara mayor énfasis a esta educación y se tendría que ver reflejada de diversas maneras en los currículos de enseñanza de las ciencias de todos los países. La investigación centrada en la enseñanza de las ciencias se ha encargado de establecer varias líneas de investigación y dar a conocer hallazgos que impactan en el desarrollo, diseño e implementación de la enseñanza de las ciencias. Algunos estudios han

destacado una serie de hallazgos, por ejemplo: el aprendizaje de las ciencias en el laboratorio, los modelos de aprendizaje en el laboratorio, las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias, las condiciones para un aprendizaje efectivo, las percepciones de los estudiantes sobre el ambiente de aprendizaje durante la enseñanza de las ciencias, la interacción social y las diferencias en los estilos de aprendizaje.

Otros de los estudios centrados en la educación científica se han realizado en países como Cuba y Colombia. Para el caso de Cuba, Carmo (2014) señala que la actividad científica en la realidad escolar debe basarse en una enseñanza por investigación a fin de que promueva competencias de acción propias de la ciencia y para el caso de Colombia, Espinosa, González y Hernández (2016) mencionan que las estrategias didácticas, por ejemplo, el desarrollo de prácticas experimentales favorecen la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en particular las experimentales, y éstas pueden favorecer un aprendizaje más significativo de los conceptos científicos.

En este sentido, alrededor de 50 países representados en la última Conferencia Internacional sobre el Desarrollo (*IBSE* por sus siglas en inglés) celebrada en Helsinki trataron nuevos temas, como: los roles de la evaluación en las ciencias y la relación con la industria, la importancia de seguir una metodología en la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, y se mencionó que para una enseñanza en ciencias de calidad, deben considerarse diferentes aspectos como: el desarrollo profesional de los docentes; aspectos didácticos que utilizan y que promuevan la adquisición de conocimientos científicos, el material con el que se trabaja; evaluación formativa; desarrollo curricular necesario para cada nivel escolar e inclusión de la comunidad que participa de manera directa e indirecta (Harlen, 2012).

Otros autores (Gil y Vilches, 2006; Hofstein y Lunetta, 2003; Simmons, et al., 2005) consideran que para lograr calidad en la enseñanza científica, es necesario destacar en su currículo lo siguiente: que se provean situaciones proximales abiertas a su zona de desarrollo próximo; se fomente el interés de las situaciones propuestas que dé sentido a su estudio; que el trabajo se realice en un clima próximo a lo que es una investigación colectiva; se considere un análisis cualitativo, significativo, que ayude a comprender y a acotar las situaciones propuestas; se emitan hipótesis, fundamentadas en los conocimientos disponibles, susceptibles de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas, funcionalmente, las preconcepciones; se

elaboren estrategias en el que se incluyan diseños experimentales; exista un análisis detallado de los resultados; se construya coherentemente los conocimientos y se enlacen con otras disciplinas; se busque comunicar los resultados como parte del deber científico; y por último, se procure la interacción con la comunidad científica y grupos de trabajo.

En el currículo deben considerarse los modelos de enseñanza de las ciencias experimentales que se han venido desarrollando a lo largo del tiempo y han sido objeto de investigación y también de intervención para someterlo a prueba. Los modelos de enseñanza buscan mejorar las prácticas educativas, generar aprendizajes más significativos, y fomentar un interés por los estudiantes hacia la ciencia. Estos modelos señalan actividades básicas como: las prácticas de laboratorio, la resolución de problemas de lápiz y papel y el aprendizaje de conceptos y teorías. Varios estudios han demostrado que a menudo los estudiantes y los profesores dedican más tiempo a detalles técnicos y de manipulación en el laboratorio que a promover el pensamiento racional, contrastar sus ideas con un marco teórico y mejorar su comprensión científica (Simmons, et al., 2005). Dicha preocupación limita seriamente el tiempo que pueden dedicar a una indagación significativa y conceptualmente motivada (Hofstein y Lunetta, 2003).

Las actividades que se llevan a cabo en el laboratorio escolar tienen una relación cognitivo-afectivo y viceversa, como se ha establecido en los estudios de Garritz (2009); Mellado et al. (2014) y Borrachero (2015), quienes señalan que esta relación influye en las interacciones sociales que ocurren en el laboratorio permitiendo que éstas sean constructivas. De acuerdo con Hofstein y Lunetta (2003) y Lazarowitz y Tamir (1994), el ambiente social donde se suele desarrollar el laboratorio frecuentemente es menos formal que el aula habitual, por ello, se dice que es ahí donde se pueden tener interacciones productivas y cooperativas que favorezcan un entorno de aprendizaje y enseñanza básicamente positivo (Flores et al., 2009).

Sin embargo, para tener un ambiente adecuado en el laboratorio dependerá considerablemente del tipo de prácticas que se realicen dentro de él, las expectativas de trabajo del profesor como de los estudiantes y la forma de evaluar. Si bien, no hay que olvidar otros factores que están presentes como: los materiales, recursos físicos y tecnológicos, el ambiente de aprendizaje (que resulta más como una función del clima), las expectativas de aprendizaje, la

colaboración y las interacciones sociales entre los estudiantes y el maestro, así como la naturaleza del trabajo que se realiza en el laboratorio (Simmons et al., 2005).

Con respecto a los modelos de laboratorio que reporta la literatura en diferentes investigaciones como las de Barolli, Laburú y Guridi (2010); Flores et al. (2009) y Séré (2002) se encuentra que sí hay diferencias entre un modelo u otro, sobre todo en aquellos denominados de “*receta de cocina*”, ya que se ha visto que aportan muy poco beneficio para los estudiantes y existe una sobreestimación de su potencial didáctico. Estos autores también mencionan que usar modelos de este tipo, los cuales clasifican una enseñanza tradicional de las prácticas de laboratorio dificultan el logro de conocimientos básicos de las ciencias; no existe un desarrollo oportuno en la manipulación de materiales, ni se trabaja efectivamente las ideas y conceptos que resultan del manejo de los procesos científicos que otorgan las experiencias en el laboratorio.

Si bien existen muchos factores que pueden estar inmersos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, es relevante para este estudio mencionarlos pues son de interés y en la siguiente sección se detallará específicamente lo que concierne a una disciplina de las ciencias experimentales, como lo es la Química, objeto de estudio en este proyecto.

### **1.3 La enseñanza de las ciencias experimentales, el caso de la Química**

Como ya se ha mencionado al inicio de este capítulo, existe un interés particular por las prácticas en los laboratorios escolares de ciencias, en particular de la enseñanza de la Química, así que a continuación se detalla lo que concierne a esta orientación específica del objeto de estudio.

El conocimiento de la Química dentro de las ciencias catalogadas como experimentales, constituye el eje medular desde su incorporación a los currículos de educación obligatoria, por el aporte teórico que permite que los estudiantes desarrollen saberes sociales, económicos y tecnológicos. Asimismo, el componente práctico de la Química, sin duda, dota de habilidades y destrezas necesarias para la formación del talento humano y su incorporación al trabajo, en particular en los ámbitos de las nuevas tecnologías y los cambios ambientales (Bustamante y Madrid, 2012).

La Química es una ciencia teórico-experimental por lo que su enseñanza y aprendizaje favorece la movilización de la actividad cognitiva de los estudiantes, así como hacerlo de manera



creativa. De hecho, en un experimento de laboratorio se incorporan los órganos de la visión, de la audición, del olfato y del tacto, aptos para ayudar a contemplar de manera conjunta el “¿cómo?”, el “¿por qué?” y el “¿para qué?” de lo que se aprende. Con esta concepción del conocimiento el estudiante participa de la construcción y reconstrucción del mismo, con presencia de diversas operaciones comprensivas, debiendo adoptar una toma de decisiones frente a la situación problema, a diferencia de un ejercicio de tipo automático (Del Puy y Pozo, 1994). Aprender a través de la problematización, la comprensión, y la toma consciente de decisiones, facilita el aprendizaje significativo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983) pues promueve que los estudiantes establezcan relaciones significativas entre lo que ya saben y la nueva información, y que ello perdure en niveles más profundos de apropiación. Si el estudiante entiende las bases del fenómeno con el problema en donde se aplica ese conocimiento, seguramente podrá dar sentido a lo aprendido y, por tanto, apropiarse de dicho conocimiento mediante estrategias cognitivas propias que promueven la autonomía en su oficio de estudiante (Ausubel, 2002). En la enseñanza de la Química, el docente debe promover la reflexión y acompañar la lógica en el proceso de comprensión y apropiación que va atravesando el estudiante, con una intervención adecuada (Sandoval, Mandolesi y Cura, 2013).

En la enseñanza y aprendizaje de la Química también se encuentran ubicados los trabajos prácticos que caracterizan a esta disciplina y a otras que pertenecen al grupo de las ciencias experimentales. El trabajo del laboratorio se desarrolla en bastantes documentos con el término “prácticas”, denominador que hace referencia a cualquier actividad que permite a los alumnos experimentar la realidad mediante el uso de materiales e instrumentos adecuados propios de un laboratorio escolar y que se considera también un elemento distintivo de la Química (López y Alzate, 2012).

Las actividades prácticas en los laboratorios de Química deben estar alineadas a los objetivos que la enseñanza de una disciplina experimental demanda porque en conjunto con el aprendizaje esperado de los estudiantes permite que se establezcan actividades, mismas que han de estar orientadas por un modelo de enseñanza del laboratorio determinado, como pueden ser de resultado, enfoque o procedimental (Durango, 2015).

A través de diferentes autores, la literatura reporta clasificaciones de modelos de trabajo que se realizan en el laboratorio. Estas clasificaciones suelen ser más o menos coincidentes para

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

los diferentes tipos de actividades prácticas que se llevan a cabo (Caamaño, 1992; Carmo, 2014; Espinosa et al., 2016; Hofstein y Lunetta, 2003; López y Alzate, 2012; Simmons et al., 2005). Por ejemplo, Simmons et al. (2005) refieren al trabajo que se desarrolla en el laboratorio como modelos de enseñanza de éste, mencionan cada uno de ellos por fechas de aparición y el uso que ha tenido cada uno de los modelos, en total señalan ocho tipos que han sido utilizados estos son: Modelo Ciclo del aprendizaje; Modelo de aprendizaje generativo; Modelo de las 5 E; Modelo tradicional, Modelo de descubrimiento; Modelo SSCS; Modelo Science Writing Heuristic; y por último, Modelo Predecir, Observar, Explicar. Por su parte, otros trabajos como el de Carmo (2014), clasifican el trabajo de laboratorio en seis tipos de actividades que pueden presentarse en él y que éstas sí tienen un grado de complejidad desde la más sencilla que él denomina “Actividades de exploración y observación simple” hasta la más compleja llamada “Actividades de modelaje”. Estos modelos serán considerados para realizar un desglose detallado en el capítulo de marco teórico para el subapartado de modelos de enseñanza del laboratorio.

La Química, por su naturaleza teórica y experimental, requiere de ciertas consideraciones al incluirse en los planes educativos, ya que representa un gran reto y una tarea importante para su aprendizaje y su enseñanza. La enseñanza de la Química es importante porque se debe buscar la comprensión del mundo macroscópico y submicroscópico, los cuales no se pueden percibir, además incluye el aprendizaje de un lenguaje específico y necesario para describirlo, y esto debe ser prioridad en cada momento del proceso de enseñanza. Por ello, es que se establece que es necesario compaginar los elementos del currículo y dosificar el tipo de didáctica que aplica el profesor, las condiciones de equipamiento e infraestructura del laboratorio y la adaptación de los conocimientos abstractos y científicos de la Química por parte del docente a la realidad de los estudiantes para lograr que el aprendizaje sea significativo (Ordenes, Arellano, Jara y Merino, 2014).

Definitivamente la Química no resulta ser una ciencia fácil de comprender, por ello se requiere de diversas investigaciones que determinen aspectos efectivos para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química, y también aquellas investigaciones que den cuenta de los factores que no potencializan los objetivos esperados al integrarla como materia del currículo.

#### **1.4 Problemática en el trabajo que se desarrolla en el laboratorio de Química**

El espacio en el que se designa la enseñanza práctica de la Química es el laboratorio y se considera que siempre ha parecido cumplir con una función esencial como ambiente de aprendizaje para la ejecución de trabajos prácticos, cabe destacar que es en ese espacio donde se debe fomentar una enseñanza más activa y participativa para que le permita a los estudiantes tener una aproximación al espacio como algo muy cercano y real para hacer ciencia (Cucci y Ferrante, 2014).

La importancia de utilizar el laboratorio radica en que las prácticas que se realizan en él se consideran una vivencia única para los estudiantes que no es posible obtener en el aula tradicional. Las prácticas en el laboratorio permiten que se fomenten habilidades científicas tales como la formulación de preguntas, el diseño de una experiencia, la imaginación de un modelo o la construcción de un consenso de interpretación de los datos obtenidos (Crisafulli y Villalba, 2013; Golombek, 2008). Los objetivos que destacan del trabajo del laboratorio, dependen de distintos factores, algunos autores como Barberá y Valdés (1996) citado en Flores et al. (2009) señalan, objetivos que van desde el enfoque de la enseñanza, el tipo de actividad, el tipo de instrumento de evaluación, el nivel educativo al que se dirige la instrucción, el currículo a desarrollar, la correspondencia entre objetivos que se pretenden lograr y cómo se pretenden lograr (p. 79).

Por otro lado, diferentes autores (Barberá y Valdés, 1996; Cucci y Ferrante, 2014; Crisafulli y Villalba, 2013; Flores et al., 2009; Golombek, 2008) señalan problemáticas particulares que atañen a los laboratorios escolares. Una de estas problemáticas es el alejamiento de los objetivos del uso del laboratorio debido al tipo de prácticas que se emplean cotidianamente, es decir, muchos de ellos utilizan actividades prácticas que demandan un nivel cognitivo bajo y no favorecen el desarrollo de una educación científica de calidad en los estudiantes. También, otra problemática han sido las condiciones físicas y tecnológicas, con las que cuentan los laboratorios que dificultan la ejecución del trabajo práctico, razón por la cual se les ha prestado atención. Además, otras problemáticas en la enseñanza de la Química son la preparación del profesorado que imparten las actividades prácticas y las actitudes de los estudiantes hacia el trabajo que se realiza en el laboratorio.

Barberá y Valdés (1996); Cucci y Ferrante (2014); Crisafulli y Villalba (2013); Flores et al. (2009) y Golombek (2008) reportan que lo que realmente sucede en los laboratorios se aleja de los objetivos de dotar a los estudiantes de habilidades científicas, manipulación de materiales, formación de ideas y contraste de hallazgos con la comunidad científica contemporánea. Estos investigadores mencionan que lo que se desarrolla en las prácticas de laboratorio no permite a los estudiantes resolver problemas con lo que podrían construir su propio conocimiento científico. Las actividades que refieren dentro del laboratorio son esencialmente demostraciones y la función que les atribuyen es de motivación para el aprendizaje y como facilitador de la comprensión del contenido.

Ural (2016) establece factores que afectan al desarrollo de la actividad práctica en el laboratorio, tales como: un tiempo reducido que se le dedica a la actividad práctica; la presentación de los resultados como verdades absolutas y la manera rígida de ejemplificar la teoría en demostraciones conocidas comúnmente como “recetas de cocina” (p.223), según el autor, este tipo de demostraciones inhabilita totalmente la premisa de la palabra “experimental”, negando la oportunidad del desarrollo de la creatividad, la innovación, e independencia por parte del estudiante, al desarrollo y construcción del conocimiento científico.

También es importante señalar, que la problemática de las condiciones físicas donde se desarrollan las prácticas de laboratorio llegan a ser precarias en cuanto al equipamiento, el tamaño de los espacios de acuerdo a la cantidad de estudiantes, la falta de seguridad y ausencia de materiales que en ocasiones no permiten que exista una mayor diversidad en el trabajo de laboratorio (Alvarado, 2014).

Otro factor que contribuye a la problemática es la preparación del profesorado, como lo señala Gámez, Ruz y Cobos (2014) al decir que raramente los docentes asisten a congresos y cursos que les permita actualizarse en el campo de su disciplina y en la didáctica; se ha encontrado que en algunos casos lo hacen por los beneficios económicos que puede generar asistir a este tipo de eventos. Usualmente los profesores inducen a una desconexión entre la práctica y la teoría por la falta de didáctica en el uso de las prácticas de laboratorio, y solo alejan a los estudiantes del sentido experimental de la disciplina y de las propias expectativas e intereses con relación a la Química. (Alvarado, 2014; Durango, 2015). Las actividades del laboratorio de Química no son una estrategia didáctica nueva para fomentar un aprendizaje significativo en los

estudiantes y, sin embargo, aún no se han estructurado ni implementado de manera adecuada de tal forma que permita ser una alternativa complementaria para la enseñanza y aprendizaje de ésta (Durango, 2015). Aun se requiere de un trabajo más cercano a los objetivos que se plantean para esta disciplina, y que las actividades prácticas verdaderamente funjan como un medio didáctico que alcance su objetivo particular de proveer a los estudiantes habilidades, destrezas, actitudes que complementen su formación académica y favorezca el desarrollo de sus competencias.

Los estudios antes mencionados fueron realizados en diferentes años, sin embargo, coinciden con la premisa de que hace falta una serie de propuestas de mejora que permitan que el laboratorio escolar sea explotado de acuerdo a los objetivos que justifican su función. En el caso de México, son pocas las investigaciones que señalan estas dificultades de uso (Alvarado, 2014), y también de aquellas que destaquen logros que se llevan a cabo cuando se emplea el trabajo práctico en el laboratorio escolar. Hace falta una descripción tanto negativa como positiva del trabajo del laboratorio, y que esto le permita a los responsables de tomar decisiones, a los creadores de currículos y a los docentes implementar estrategias que faciliten la optimización del espacio que se tiene, y que sin duda represente el uso del laboratorio una experiencia única para el desarrollo del aprendizaje de la Química.

En el siguiente apartado se describe con mayor detalle cómo está estructurada la educación media superior en México, y cuál es el enfoque que se le da a las ciencias desde los diferentes tipos de bachillerato que existen, además se especifica el tipo de bachillerato que se va a estudiar y el subsistema con la finalidad de clarificar la comprensión de la enseñanza de la Química.

### **1.5 Contexto, Razones, Preguntas y Objetivos de investigación**

La relevancia que ha adquirido la educación científica en las asignaturas experimentales impartidas en la educación media superior influye en la misión, visión y objetivos que se designan a cada tipo de bachillerato. Además, la justificación de este estudio se plantea desde la carencia de estudios a nivel nacional y local que aborden la problemática del aprendizaje y enseñanza de las ciencias, en particular del caso de la Química. Con base en lo expuesto en los apartados anteriores, el presenta apartado trata de manera específica del contexto en el que se

llevó a cabo la investigación, así como las razones, interrogantes y objetivos que guiaron su desarrollo.

### 1.5.1 El contexto del estudio. Los bachilleratos tecnológicos, enfoque de ciencia y objetivos en su plan curricular

La Educación Media Superior (EMS) en México es obligatoria a partir del año 2012. El Marco Curricular Común (MCC) rige a la EMS en el ámbito pedagógico curricular. En dicho MCC se establecen los lineamientos de acuerdo a las competencias definidas como *comunes* para todos los planes y programas de estudio existentes para este tipo de educación. El MCC organiza las competencias, objeto de cada plan y programa de estudio de bachillerato en tres categorías: *competencias genéricas, disciplinares y profesionales*, en la tabla 1.3 se muestran las distintas competencias que conforman el perfil de egreso de los estudiantes de la EMS (SEP, 2008).

**Tabla 1.3 Competencias genéricas, disciplinares y profesionales de la EMS**

Competencias	Objetivos
<b>Genéricas</b>	Comunes a todos los egresados de la EMS. Son competencias clave, por su importancia y aplicaciones diversas a lo largo de la vida; transversales, por ser relevantes a todas las disciplinas y espacios curriculares de la EMS, y transferibles, por reforzar la capacidad de los estudiantes de adquirir otras competencias.
<b>Disciplinares</b>	
<b>Básicas</b>	Comunes a todos los egresados de la EMS. Representan la base común de la formación disciplinar en el marco del sistema nacional de bachillerato (SNB).
<b>Extendidas</b>	No serán compartidas por todos los egresados de la EMS. Dan especificidad al modelo educativo de los distintos subsistemas de la EMS. Son de mayor profundidad o amplitud que las competencias disciplinares básicas.
<b>Profesionales</b>	
<b>Básicas</b>	Proporcionan a los jóvenes formación elemental para el trabajo.
<b>Extendidas</b>	Preparan a los jóvenes con una calificación de nivel técnico para incorporarse al ejercicio profesional.

Fuente: Secretaría de Educación Pública (2008)

Así como se muestra en la Tabla 1.3 las Ciencias Experimentales (Física, Química, Biología y Ecología), se encuentran orientadas a que los estudiantes conozcan y apliquen los

métodos y procedimientos propios de las ciencias experimentales, además de dotarlos de herramientas de conocimiento para la resolución de problemas cotidianos y para la comprensión racional de su entorno (Alvarado, 2014).

Cabe señalar que la EMS ofrece tres tipos de programas educativos que se diferencian en el objetivo terminal de los estudios que ofrecen a los estudiantes, aunque comparten en común una formación integral para la vida. Se trata de los siguiente: bachillerato general, cuyo propósito principal es preparar a sus estudiantes para ingresar a la educación superior; Profesional técnico, por su parte, proporciona una formación para el trabajo y, por último, el que combina ambos enfoques, Bachillerato Tecnológico (INEE, 2011). En cada una de estas orientaciones se agrupan subsistemas y modalidades particulares en las que se ofertan los servicios educativos de EMS.

Los bachilleratos general y tecnológico se imparten en las modalidades presencial, abierta y de educación a distancia (Jiménez, 1996; Segarra, 2000). Existe mayor preferencia de los jóvenes por el bachillerato general, del total de la matrícula reportada en 2015, 58.6% corresponde a esta modalidad, 27.4% a la bivalente y sólo 14% a la de profesional técnico (González, 2015). Esta preferencia contrasta con la registrada en los países desarrollados, por ejemplo, en Europa, las opciones técnicas alcanzan alrededor de 80% de la preferencia de los estudiantes. En el caso de México, se presenta un desconocimiento generalizado de las diferencias entre estas tres modalidades de bachillerato, y no se ha apostado a la difusión de la opción técnica que le permite a los estudiantes cursar una formación pre universitaria y al mismo tiempo que se les brinda la posibilidad de formarse como técnicos desarrollando habilidades para la industria.

Los bachilleratos tecnológicos forman parte del Sistema de Educación Tecnológica (SET), coordinado por la Subsecretaría de Educación e Investigación Tecnológicas (SEIT), de la cual dependen directamente las Direcciones Generales de: Institutos Tecnológicos (DGIT), Educación Tecnológica Industrial (DGETI), Educación Tecnológica y Agropecuaria (DGETA), Educación en Ciencia y Tecnología del Mar (DGECYTM), y la Dirección General de Centros de Formación para el Trabajo (DGCFT) (SEMS, 2013). Estos bachilleratos tecnológicos tienen diferentes enfoques de especialización en las carreras técnicas que ofrecen, ya que dependiendo del subsistema es la orientación que se da en los planes curriculares de cada especialidad.

El subsistema DGETI, ofrece dos modalidades para cursar la EMS: terminal y bivalente. En la opción terminal, se prepara a los técnicos profesionales para apoyar a las áreas intermedias de la actividad productiva. En esta modalidad no se preparaba a los estudiantes para ingresar al nivel superior sino que lo formaban para su incorporación inmediata al sector productivo, a través de los Centros de Estudios Tecnológicos Industrial y de Servicios (CETis). Sin embargo, los currículos que se ofrecen actualmente en los CETis, ofrecen una formación para la incorporación rápida y directa al mercado laboral y también permiten el ingreso a la educación superior. La modalidad bivalente, conocida como bachillerato tecnológico, preparaba a los estudiantes para su ingreso al nivel superior y también los preparaba con una educación técnica para que pudieran incorporarse eficientemente al trabajo. En el currículo actual de esta modalidad se continúa preparando a los estudiantes hacia el ingreso de la educación superior, y ésta es impartida en los Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) (UEMSTIS, 2016).

El DGTI tiene como objetivo formar bachilleres técnicos y profesionales técnicos que desarrollen, fortalezcan y preserven una cultura tecnológica y una infraestructura industrial y de servicios, que coadyuven a satisfacer las necesidades económicas y sociales del país. Este tipo de bachillerato fomenta con mayor énfasis la formación científica y tecnológica de sus estudiantes. El currículo que rige a este tipo de subsistema se basa en una formación por competencias, dejando a un lado el enfoque educativo tradicional centrado en contenidos (UEMSTIS, 2016).

En el programa de Química de la DGTI se hace un despliegue de competencias genéricas y disciplinares básicas, las cuales implica una combinación entre contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales en relación con la generación de conocimientos en el área de las Ciencias Naturales. El Plan de estudio incluye programas de tres asignaturas: Química I, Química II y Bioquímica con miradas diferentes, pero complementarias, a la comprensión del mundo natural y tecnológico. La enseñanza de la Química pretende que el estudiante se aproxime a esta visión y que integre los conocimientos del área con otras disciplinas de las Ciencias Experimentales (SEMS, 2017).



### 1.5.2 Razones y motivos

El foco central de la presente investigación se encuentra situado en la actividad experimental de los laboratorios de ciencias experimentales de los bachilleratos tecnológicos del subsistema DGETI del estado de Aguascalientes. Se busca atender la preocupación existente a nivel internacional, nacional y también en nuestro contexto local, que deriva de los pocos estudios que existen sobre dicha actividad y la aparente separación existente entre el trabajo práctico en los laboratorios y los objetivos planteados por el subsistema para el desarrollo del proceso de enseñanza de las ciencias experimentales. La actividad experimental adquiere especial importancia en este subsistema, al tratarse de centros de enseñanza con énfasis en la formación de tipo tecnológico, es decir con perfil semi profesionalizante o de formación básica que fomenta la continuidad de estudios en ciencia y tecnología en el nivel superior.

La enseñanza de las ciencias y en especial de la Química, como se ha mostrado *supra*, requiere de variedad de actividades y estrategias de enseñanza que permitan que los estudiantes puedan tener un acercamiento efectivo al aprendizaje de esta área del conocimiento mediante la experimentación, como componente práctico de las ciencias y como un potenciador del aprendizaje. Una de las estrategias efectivas son las prácticas de laboratorio o también conocidas como trabajo experimental, en donde son estos espacios los destinados para generar un ambiente que propicie a consolidar el conocimiento científico. El trabajo experimental permite que los estudiantes además de relacionar la teoría con la práctica, favorezcan el desarrollo de habilidades, destrezas y actitudes positivas hacia las ciencias que contribuyen a su formación científica.

El reconocimiento de la creciente importancia concedida a la educación científica exige el estudio detenido de cómo lograr dicho objetivo y, muy en particularmente, de cuáles son los obstáculos que se oponen a su consecución. En efecto, la investigación en didáctica de las ciencias ha mostrado reiteradamente el grave fracaso escolar, así como la falta de interés e incluso rechazo que generan las materias científicas (Giordan, 1997; Simpson, Koballa, Oliver y Crawley, 1994; Vilches y Furió, 1999).

Cada vez existen más trabajos de investigación (Aguilar et al., 2015; en los informes *PISA*, 2000, 2003, 2006, 2009, 2012, 2015; Salvador, 2008) que buscan señalar las deficiencias que existen en la formación científica de los jóvenes de bachillerato. La mayoría de los estudios

identificados en el área de las ciencias experimentales realizados en bachilleratos, han sido de otros países, y atienden a otros objetivos que se alejan del contexto que pretende abarcar esta investigación. No obstante, a pesar de la preocupación por la formación científica, los reportes de investigación a nivel nacional y local siguen siendo insuficientes para explicar el papel que está fungiendo el laboratorio en el desarrollo de la enseñanza de las ciencias experimentales, y también hace falta ahondar y describir qué tipo de actividades experimentales se llevan a cabo. Esta investigación buscó realizar un estudio descriptivo del trabajo que se lleva a cabo en el laboratorio de Química en el contexto de los CBTis de Aguascalientes.

Adicionalmente cabe señalar que quien esto escribe tuvo una experiencia en su formación en las clases de laboratorio de Química que le permitió descubrir el significado y sentido de la experimentación, la cual tuvo lugar en un contexto desfavorable, donde no se empleaba el laboratorio escolar como una manera de acercar a los estudiantes al trabajo que realizan los científicos y después de esa experiencia, fue más significativo el uso de éste para entender conceptos básicos como potencial de hidrógeno, leyes ponderales, gravimetría, densidad, características de lípidos, carbohidratos y proteínas, entre otros. Al experimentar con la manipulación de materiales y la formación de ideas, se puede coincidir con lo mencionado anteriormente: que el laboratorio constituye un espacio privilegiado en el acompañamiento de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, y en el caso de la Química representa un acompañamiento básico para que los estudiantes que están siendo formados, verdaderamente tengan ese contacto a nivel micro de lo que realizan la comunidad científica y esto pueda repercutir en sus actitudes hacia la ciencia, su vocación científica, y la interiorización del conocimiento a través del contraste que ofrece la experiencia en el laboratorio.

### **1.5.3 Preguntas y objetivos de investigación**

El objeto de estudio se ubica en el ámbito del conocimiento sobre lo que acontece en las prácticas del laboratorio de Química en instituciones de EMS como son los CBTis del Sistema de Educación Tecnológica en Aguascalientes.

En particular el presente estudio busca contribuir a la línea de investigación educativa de la Universidad Autónoma de Aguascalientes referida a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia.

A continuación, se expresa la pregunta central de esta investigación, así como los objetivos que la guían.

*Pregunta de investigación*

¿Qué tipo de prácticas caracteriza el trabajo en el laboratorio de Química de dos Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios (CBTis) del Estado de Aguascalientes?

*Objetivos*

1. Describir y clasificar el tipo de actividades que se desarrollan en el laboratorio de Química de dos CBTis que pertenecen al subsistema DGETI en Aguascalientes.
2. Caracterizar a los laboratorios de Química de los dos bachilleratos CBTis que participan en el estudio en cuanto a los recursos humanos, materiales e infraestructura física y tecnológica.

Teniendo presente la pregunta y los objetivos de investigación en el marco del planteamiento del problema de estudio, expuesto en el presente capítulo, se desarrolla a continuación el capítulo teórico en el cual se reúne y articula información derivada de diversos estudios particulares sobre la enseñanza de la ciencia en general, de la Química en particular y de las prácticas en el laboratorio escolar, con el fin de fundamentar lo más ampliamente posible las decisiones metodológicas y técnicas para la realización del trabajo empírico.

## **CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO. LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES EN EL LABORATORIO ESCOLAR**

La finalidad del presente capítulo consiste en mostrar diversos aspectos de la investigación en enseñanza de las ciencias a través de revisión de literatura especializada en el tema de la presente investigación.

El capítulo está conformado por dos apartados principales: el primero se denomina enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, en el que se destacan los aspectos tales como el concepto de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, sus objetivos, algunas estrategias didácticas significativas y los modelos de enseñanza del laboratorio. En el segundo apartado, se enuncian los aspectos que caracterizan al trabajo práctico del laboratorio, en particular a la tipificación de las prácticas.

### **2.1. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales**

En este primer apartado se describen las concepciones referidas a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales. Se aborda de manera general los aspectos básicos que atañen a las ciencias experimentales, como su definición, los objetivos, la alfabetización científica, las actitudes hacia las ciencias y las estrategias didácticas significativas de la asignatura de interés que es la Química. Además, se presentan los modelos de enseñanza del laboratorio que parten de las investigaciones realizadas por Simmons et al. (2005) y que es de interés para esta investigación por el uso que se les dará de acuerdo a la pregunta y objetivos que guían este proyecto.

#### **2.1.1 Concepto de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales**

La ciencia constituye un proceso fundamental de construcción social y está en constante cambio, sujeta a intereses políticos, económicos y sociales. La adquisición de conocimientos científicos permite darle formalidad y sentido a los fines de la educación, atendiendo a la formación de individuos que comprenden su entorno y pueden brindar herramientas que permitan que éstos contribuyan, interpreten y actúen en un mundo en constante cambio; en esencia, la ciencia no sólo se refiere a un cúmulo de contenido conceptual, sino que también provee habilidades de ejecución y de formación de actitudes (Carmo, 2014; Carvajal y Gómez, 2002; Martín, 2002).

Entre algunas de las concepciones de ciencia que mencionan Martín (2002) y Carvajal y Gómez (2002) se destacan: a) la ciencia descifra la realidad, no es *per se* la realidad; b) la ciencia no es una estructura delimitada por el conjunto de conocimientos, es un proceso de construcción de éstos, así como de sus interpretaciones; c) no es definida sólo por la observación, sino que es relativo, depende de la teoría que dirija al observador. Se concuerdan y señalan estas concepciones con el fin de erradicar algunos mitos de neutralidad y objetividad de la ciencia, y que puedan estar presente en el desarrollo de este trabajo de investigación.

El conocimiento obtenido a través de la ciencia, puede ser estudiado particularmente por áreas en las que ésta se clasifica; para fines de esta investigación, se entiende a las ciencias experimentales como una variante de las ciencias naturales que a través de la experimentación han proporcionado un marco formal para muchos razonamientos experimentales recurriendo a la teoría de errores y a la estadística dentro de las ciencias físicas, químicas y biológicas (Chalmers, Villate, Máñez y Sedeño, 2000). Las ciencias experimentales requieren de estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan que la ciencia tal como lo mencionaron anteriormente Carmo (2014), Carvajal y Gómez (2002) y Martín (2002), dote de conocimientos y herramientas a los educandos para que éstos influyan en su medio que está en constante transformación.

La enseñanza es un proceso complejo que suscita diversas preocupaciones, manifestaciones e intereses de formación desde distintos ámbitos o sectores —académico, investigativo, científico, tecnológico, político, económico y social—, considerando que en la actualidad todos estos convergen en el proceso que queremos explicar (Quijano, 2012).

El proceso de enseñanza se da mediante el planteamiento de problemas o situaciones abiertas, que conlleven a los estudiantes a búsquedas de nuevas respuestas. Sin embargo, enseñar ciencia desde la investigación dirigida exige cambios radicales en los docentes en varias concepciones: de ciencia, de currículo y de didáctica, o métodos de enseñanza, es decir, cambios conceptuales, procedimentales y actitudinales, los mismos que busca promover en los estudiantes (Quijano, 2012).

El aprender ciencias tal como lo mencionan Kindsvater et al. (2008) y Carmo (2014) implica un modo de pensar y actuar, se estructura el conocimiento adquirido por el contenido de las ciencias, esto no aplica a la memorización de la información ni la adquisición sin

construcción del conocimiento, el aprendizaje también incluye variables de motivación y de experiencias adquiridas que orillen a pensar científicamente.

### **2.1.2 Objetivos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales**

Las finalidades de la enseñanza de la ciencia, tal como lo menciona Acevedo (2017) es que:

Pueden agruparse en distintas categorías como de carácter útil y práctico (conocimientos de ciencia que pueden hacer falta para la vida cotidiana), democráticas (conocimientos y capacidades necesarios para participar como ciudadanos responsables en la toma de decisiones sobre asuntos públicos y polémicos que están relacionados con la ciencia y la tecnología) o inserción al mundo laboral (trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades para comunicarse, entre otras) y propedéuticas (conocimientos para proseguir estudios científicos). (p.5).

Asimismo, Acevedo (2017) muestra que es necesario hacer la reflexión sobre las finalidades que busca la enseñanza de las ciencias y que van de la mano con los propósitos que plantea la educación científica. Algunas de estas finalidades podrían enlistarse de la siguiente manera: “a) ciencia para proseguir estudios científicos; b) ciencia para tomar decisiones en los asuntos públicos tecno científicos; c) ciencia funcional para trabajar en empresas; d) ciencia para seducir al alumnado; e) ciencia útil para la vida cotidiana; f) ciencia para satisfacer curiosidades personales; g) ciencia como cultura” (p.6).

Los conceptos científicos son el producto del desarrollo humano y la sistematización del conocimiento y llegan a las instituciones educativas a través de las asignaturas o disciplinas. Tal tipo de conceptos generalmente reestructura el conocimiento informal, permitiendo a los estudiantes reinterpretar sus experiencias, y éste debe abarcar de acuerdo con lo señalado por Sabariego y Manzanares (2006) tres dimensiones; conceptual (comprensión y conocimientos necesarios), procedimental (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades) y actitudinal (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica).

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias incluye dentro de sus propósitos, una alfabetización científica, término que se ha incorporado dentro ambas concepciones; esta expresión inicialmente era exclusivo del aprendizaje de la lectoescritura, sin embargo, se fue transformando a más usos, que en el caso de la ciencia involucra competencias más amplias en términos de la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes; esta terminología desde los noventa es utilizada como una expresión metafórica que hace referencia a:

Un proceso de “investigación orientada” que, superando el reduccionismo conceptual permita a los alumnos participar en la aventura científica de enfrentarse a problemas relevantes y (re)construir los conocimientos científicos, que habitualmente la enseñanza transmite ya elaborados, lo que favorece el aprendizaje más eficiente y significativo. (Sabariego y Manzanares, 2006, p.3).

La alfabetización es una herramienta que consiste en un bagaje de códigos que permiten la interacción de las personas, el desarrollo humano y la construcción de proyectos de vida (Reyes, Porro y Pirovani, 2014). En línea, con lo anterior, Torres (2014) sostiene que los procesos de enseñanza y aprendizaje tienen que alinearse con toda la diversidad de personalidades que posean los estudiantes. Es decir, que la alfabetización debe ser capaz de ser inclusiva.

Además de la alfabetización científica, existen otras aplicaciones que se derivan de los objetivos que persigue la enseñanza de las ciencias encontradas en la literatura, las cuáles son: a) como aplicación del conocimiento científico de una manera personalmente relevante (Callahan y Dopico, 2016); b) se hace un mayor énfasis a los ejercicios prácticos para brindar oportunidades para reinterpretar sus experiencias (Callahan y Dopico, 2016); c) proporciona contextos concretos que pueden ser manipulables, permite por extensión a otras situaciones, la generalización de los aprendizajes (Martín, 2002); d) aprender ciencia por la exploración y análisis de los fenómenos el entorno, resulta más motivador (Martín, 2002); e) mostrar a la ciencia como una actividad humana de gran importancia social que parte de la cultura general en las sociedades democráticas modernas (Sabariego y Manzanares, 2006); f) estimula la vocación por el estudio de las áreas científicas, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica (Sabariego y Manzanares, 2006); g) favorece el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social (Sabariego y Manzanares, 2006); h) existe una relación directa de lo cognitivo-afectivo y viceversa dentro del proceso de aprendizaje y enseñanza de las ciencias (Borrachero, 2015; Garritz, 2009; Mellado et al., 2014; Rebollo, García, Buzón y Vega, 2014)

En relación con las aplicaciones que se derivan de los objetivos que persigue la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, dentro de la comunidad científica es aceptada y resaltada la última que se menciona, la relación cognitiva y afectiva para los procesos de enseñanza y en caso particular de la ciencia (Reyes et al., 2014).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, se entiende que la dimensión afectiva es crucial en la educación, para el aprendizaje, la enseñanza y la planificación curricular de las ciencias, atendiendo a las profundas y extraordinarias relaciones entre cogniciones y emociones (Reyes et al., 2014).

La investigación afectiva en didáctica de la ciencia ha recibido la mayor contribución a través del manejo del concepto de actitud, nacido en la psicología social. La palabra actitud es sin dudas un término polisémico que se presta a múltiples interpretaciones. Etimológicamente, proviene del latín *aptus* que significa capacidad o adaptación. En ciencias se define actitud como la suma total de inclinaciones, sentimientos, prejuicios, nociones preconcebidas, temores, amenazas o convicciones del individuo acerca de un asunto determinado (Espinosa y Román, 1993). Para Tarín y Sanmartí (1999), una actitud puede asociarse a una predisposición a actuar consistentemente de una determinada forma ante clases de situaciones, personas y objetos distintos. En otras palabras y en su versión más simple, la actitud es un sentimiento general y duradero que puede ser tanto positivo como negativo acerca de una persona, objeto o problema (Reyes et al., 2014).

La actitud de los estudiantes hacia las ciencias experimentales, entendida como una manifestación de afecto o desafecto por parte de los mismos con relación a ellas, se ha estado investigando particularmente en países anglosajones, siendo éstos los pioneros en investigaciones sobre las actitudes hacia la ciencia. Los estudios sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia han sido relevantes ante la problemática de carencias de vocaciones científicas, ya que éstas son esenciales para el desarrollo económico, científico y tecnológico de los países, así como el crecimiento cultural e involucramiento de los ciudadanos en la mejora de su entorno (Reyes et al., 2014).

En el caso del trabajo realizado por Gutiérrez (1998), mostró que los estudiantes consideraban únicamente a los procedimientos experimentales como actividades científicas, y dentro de los resultados que muestra en su estudio hubo una tendencia favorable de sus actitudes respecto a la ciencia en la mayor parte de la muestra encuestada.

En contra parte, estudios realizados sobre las actitudes de los estudiantes hacia las ciencias dejan preocupantes conclusiones. Según investigaciones realizadas por Vázquez y Manassero (2009) el interés de los escolares hacia la ciencia comienza pronto, pero es



decreciente de primaria a secundaria, del mismo modo que consideran la ciencia escolar aburrida y poco relevante para su vida. Los investigadores antes mencionados concluyen además que las actitudes de los estudiantes, influyen en la elección de asignaturas y de estudios universitarios (Reyes et al., 2014).

Para que los estudiantes presenten actitudes positivas hacia las ciencias experimentales en general, y hacia la Química en particular, debe existir un componente afectivo que propicie la búsqueda intencional del aprendizaje, permitiendo obtener resultados favorables en las evaluaciones e incidiendo, paulatinamente, en el comportamiento de los alumnos (Reyes et al., 2014). Algunos autores que sustentan la anterior afirmación (Dávila, Borrachero, Brígido y Costillo, 2016; Molina y Casas, 2013; Muñoz, Medina y Guillén, 2014; Xu y Lewis, 2011), también señalan que para que pueda existir un aprendizaje significativo en la materia de Química es imprescindible la actitud que los estudiantes tengan para su estudio.

Hodson (1994) también menciona algunos aspectos importantes que deben considerar los profesores con sus estudiantes para desarrollar el trabajo práctico, elemento esencial en la enseñanza aprendizaje de las ciencias y particularmente de la Química, tales como: a) la motivación, b) técnicas de laboratorio, c) aprendizaje de conocimientos científicos, d) enfocado en el método científico y e) para desarrollar actitudes científicas. Dentro de sus cinco categorías destacan la motivación y actitudes científicas como dentro de los objetivos que deben tener las actividades prácticas que desarrollan los estudiantes.

### **2.1.3 Estrategias didácticas significativas en la enseñanza y aprendizaje de la Química.**

El conocimiento de la Química, por ser una de las unidades curriculares que componen el ámbito científico, se constituye en eje medular para comprender el desarrollo social, económico y tecnológico; así como para poder participar con criterios propios ante algunos de los grandes problemas que la sociedad tiene en la actualidad, como es la formación del talento humano para dar respuestas a los escenarios de la nuevas tecnologías y cambios ambientales (Bustamante y Madrid, 2012).

La Química es una ciencia teórico-experimental calificada para movilizar la actividad cognitiva de los estudiantes de forma creativa. De hecho, en un experimento de laboratorio se incorporan los órganos de los sentidos de la visión, audición, olfato y tacto aptos para ayudar a

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

contemplar de manera conjunta el “¿cómo?”, el “¿por qué?” y el “¿para qué?” de lo que se aprende. Con esta concepción de conocimiento el estudiante participa de la construcción y reconstrucción del mismo, con presencia de diversas operaciones comprensivas, debiendo adoptar una toma de decisiones frente a la situación problema, a diferencia de un ejercicio de tipo automático (Del Puy y Pozo, 1994). Aprender a través de la comprensión, la problematización y la toma consciente de decisiones facilita el aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983) pues promueve que los estudiantes establezcan relaciones significativas entre lo que ya saben y la nueva información, y que ello perdure en niveles más profundos de apropiación. Si el estudiante entiende las bases del fenómeno con el problema en donde se aplica ese conocimiento, seguramente podrá dar sentido a lo aprendido y, por tanto, apropiarse de dicho conocimiento mediante estrategias cognitivas propias (Ausubel, 2002) que promueven la autonomía en su oficio de estudiante. En la enseñanza de la Química, el docente debe promover la reflexión y acompañar la lógica en el proceso de comprensión y apropiación que va atravesando el estudiante, con una intervención adecuada (Sandoval et al., 2013).

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje forman parte de lo que se conoce como *estrategias didácticas*. Una aproximación al significado de cada una de estas la realiza Delgado y Solano (2009), donde definen que las estrategias de aprendizaje:

(...) consisten en un procedimiento o conjunto de pasos o habilidades que un estudiante adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente y solucionar problemas y demandas académicas” y las estrategias de enseñanza como: “todas aquellas ayudas planteadas por el docente, que se proporcionan al estudiante para facilitar un procesamiento más profundo de la información. (p.4).

De acuerdo con la definición de estrategias didácticas propuesta por Delgado y Solano (2009), la incorporación del trabajo experimental esencial en la enseñanza de la Química se puede clasificar como tal, ya que cumple con la condición de ser un medio que contribuye al proceso de aprendizaje de los estudiantes y que también les brinda la posibilidad de adquirir habilidades y destrezas que le servirán en su formación académica y en el desarrollo de sus competencias (Durango, 2015).

Las estrategias que permitan construir el conocimiento estarán determinadas por el rol que tenga el profesor y el estudiante dentro del proceso educativo (Durango, 2015). El escenario óptimo debería ser de acuerdo con lo que menciona Durango (2015) que es el profesor como el encargado de generar y propiciar el ambiente de aprendizaje en el cual

permite que sus estudiantes se involucren y construyan su propio conocimiento y no solo él sea el único que posea toda la información y funcione como banco de conocimientos ya procesados para los estudiantes y ellos solo se encarguen de obtener la información de manera sencilla. El rol de los estudiantes estará determinado por el rol que asuma el profesor, su actitud y la forma en que éstos manifiesten sus intereses y expectativas con relación a la ciencia o a una materia como la Química.

La incorporación de prácticas de laboratorio como estrategia didáctica permite que el aprendizaje de la Química en el salón de clase no solo sea una propuesta más, ha sido bastante justificada y argumentada, tal como lo señala en su estudio Durango (2015). Sin embargo, aún no se encuentra bien estructurada y su implementación no se ha realizado de manera adecuada, razón por la cual tanto profesores como estudiantes han desaprovechado las ventajas que esta estrategia ofrece y que se muestra como una alternativa complementaria para la enseñanza aprendizaje de la Química.

Para el caso de los estudiantes el trabajo que presentan Lunetta, Hofstein y Clough (2007) consideran que el laboratorio escolar sigue siendo un foco de atención en investigaciones científicas, sobre todo en el papel que tiene en los estudiantes, ya que es un espacio donde es posible vislumbrar fenómenos y relaciones que involucran intelectualmente a los estudiantes como una comunidad. Se ha demostrado gracias a los trabajos de Johnson (1985); Lazarowitz y Karsenty (1990) citados en Lunetta et al. (2007) el beneficio en cuanto al rendimiento y la productividad que tienen los estudiantes al utilizar esta estrategia de aprendizaje en la adquisición de tópicos científicos, tales como la Química.

Por otro lado, el papel del profesor en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias, en particular de la Química, requiere de acuerdo con Windschitl (2002) citado en Lunetta et al. (2007) condiciones y habilidades especiales de enseñanza, sobre todo en el caso donde la estrategia didáctica es el uso del laboratorio con sus estudiantes. Y ha sido de mucho interés para diferentes investigaciones determinar cuáles son esas experiencias exitosas que implementan muchos docentes en el desarrollo de sus clases prácticas en el laboratorio.

Estas habilidades de enseñanza crean muchas oportunidades para que los estudiantes puedan desarrollar sus capacidades de expresión de manera oral y/o escrita, así como el registro de los sucesos que observan, hacen y a los hallazgos que llegan a partir del trabajo

que realizan en el laboratorio. Por lo cual, resulta desafiante que los profesores de ciencias experimentales realmente alienten a sus estudiantes a compartir sus experiencias a través de un sistema efectivo de cuestionamientos, escuchando atentamente la participación de ellos y reconociendo sus ideas sin emitir juicios, aportándoles elementos que les permitan a los estudiantes construir el conocimiento (Lunetta et al., 2007).

El ambiente que crea el profesor con sus estudiantes puede propiciar a un compromiso mental y productivo; derivar del uso del laboratorio un aprendizaje significativo de la Química, y estas acciones pueden ser herramientas que permitan entender el pensamiento de los estudiantes durante las actividades de laboratorio y ayudarlos a llegar al aprendizaje esperado. Es pues, la interacción del profesor en un ambiente de trabajo práctico, una enseñanza efectiva, compleja y desafiante que continúa siendo una variable interesante de estudio (Lunetta et al., 2007).

#### **2.1.4 Modelos de enseñanza del laboratorio**

Para la enseñanza del laboratorio escolar, en las últimas décadas del siglo XX, se diseñaron distintos modelos de enseñanza, basados en teorías del aprendizaje, esto con el fin de incorporar un mayor aprendizaje en las personas al ser respaldados por estas teorías y aterrizados al diseño de estos. El principal objetivo de la creación de estos modelos fue guiar a los docentes en la selección, planificación y secuenciación de su enseñanza, principalmente cuando se utiliza el laboratorio escolar y que esto permitiera una interacción con sus estudiantes, de tal modo que promoviera el aprendizaje esperado (Lunetta et al., 2007).

En la recopilación de los distintos modelos de enseñanza del laboratorio, esta investigación rescata algunos de los presentados en el trabajo de Lunetta et al. (2007) debido a su relevancia para los fines del objeto de estudio. Estos modelos se mencionan conforme fueron apareciendo en el tiempo con base en la recopilación de los autores antes mencionados, que van desde el año 1979 hasta 1999, y cabe mencionar que éstos siguen en pie en algunos laboratorios escolares. Los modelos que presentan en el trabajo de Lunetta et al. (2007) son: modelo ciclo del aprendizaje, modelo de aprendizaje generativo, modelo de las 5 E, modelo tradicional, modelo de descubrimiento, modelo SSCS, modelo Science Writing Heuristic, modelo Predecir, Observar, Explicar (POE), modelo think-pair-share (TPS).

### ***Modelo ciclo del aprendizaje***

Nussbaum y Novick (1982), afirmaban que su modelo era una mejora al ciclo de aprendizaje ya que este modelo enfatizaba la identificación explícita de los marcos conceptuales de los estudiantes y sus supuestos subyacentes a esos marcos. El objetivo de su modelo era ayudar a los estudiantes a tomar conciencia de sus marcos conceptuales y suposiciones y de cómo sus marcos diferían de los de otros. Al igual que Erickson (1979), enfatizaron la importancia de crear conflictos conceptuales a través de experiencias de laboratorio con observaciones contrarias a lo que los estudiantes tienden a esperar.

### ***Modelo de aprendizaje generativo***

El modelo de aprendizaje generativo propuesto por Osborne y Freyberg (1985) enfatizaba la necesidad de que los docentes consideraran sus propias explicaciones personales de las ideas que los estudiantes debían estudiar y contrastar sus ideas con las opiniones de los científicos sobre ese tema. También sugirieron formas en que los maestros podrían determinar el pensamiento de los estudiantes sobre el tema al principio de la secuencia de enseñanza para ayudarlos a identificar las diferencias en sus observaciones e interpretaciones en la investigación de laboratorio y las de otros.

### ***Modelo de las 5 E***

El modelo de las 5-E, Bybee (1997) abogó por dos fases más allá de las del ciclo de aprendizaje, es decir, compromiso y evaluación. La fase de participación es similar a la primera fase en los modelos de Nussbaum y Novick y Osborne y Freyberg en que se enfatizaba la importancia de involucrar el conocimiento y las experiencias previas de los estudiantes. La quinta y última fase de evaluación refleja perspectivas constructivistas con respecto a la tenacidad de las ideas previas de los alumnos; implica evaluar la comprensión de los estudiantes a través del desempeño en una tarea relevante.

### ***Modelo tradicional***

El modelo tradicional se manipulan los materiales, y las concepciones son la que están determinadas por un manual de trabajo en el laboratorio, a este *modelo* se le ha considerado *recetas de cocina*, sin embargo, ha sido uno de los más utilizados (Lunetta et al., 2007).

### *Modelo de descubrimiento*

Otro de los modelos contemplados es el modelo de descubrimiento, en este tipo de prácticas relativamente “no guiadas” promueven la comprensión científica esperada (Lunetta et al., 2007).

A finales del siglo XX, las ciencias cognitivas comprendieron cada vez más que el aprendizaje está contextualizado y que los alumnos construyen el conocimiento resolviendo problemas genuinos y significativos (Brown et al., 1989; Roth, 1995; Williams y Hmelo, 1998; Wenger, 1998; Polman, 1999 citados en Lunetta et al., 2007). El laboratorio de ciencias de la escuela puede ofrecer a los estudiantes oportunidades para tener cierto control de sus actividades, mejorar su percepción de propiedad y motivación (Johnstone y Al-Shuaili, 2001). Puede ser un entorno especialmente adecuado para proporcionar un contexto significativo para el aprendizaje, determinando y desafiando las ideas profundamente arraigadas de los estudiantes sobre los fenómenos naturales, y construyendo y reconstruyendo sus ideas. Aunque es un proceso complejo, se puede lograr un aprendizaje significativo en el laboratorio si los estudiantes tienen tiempo y oportunidades suficientes para interactuar, reflexionar, explicar y modificar sus ideas (Barron, et al., 1998 citados en Lunetta et al., 2007).

El desafío es ayudar a los estudiantes a tomar el control de su propio aprendizaje en la búsqueda de la comprensión al tiempo que les brinda oportunidades que los alientan a preguntar, que sean capaces de formular hipótesis, sugerir hipótesis y diseñar investigaciones, “tanto en la mente como en la práctica” (Gunstone, 1991, citado en Lunetta et al., 2007).

Al motivar a los alumnos a una mayor participación mental en el laboratorio (incluida la resolución de problemas, la reflexión sobre el significado de los datos, la toma de decisiones, entre otras), entendemos que los maestros deben secuenciar ideas y experiencias complejas (andamiaje) de formas que permiten a los estudiantes participar de manera significativa en estas actividades. Al hacerlo, los maestros deben prestar mucha atención a los comportamientos de los estudiantes y lo que están diciendo. Luego pueden responder con decisiones pedagógicas que ayudarán a los estudiantes a establecer conexiones que les permitan alcanzar los resultados de aprendizaje deseados. Un área importante de becas contemporáneas involucra la investigación y el desarrollo de herramientas de software que apoyan el andamiaje de ideas y promueven el diálogo (Lunetta et al., 2007).

La atención emergente a un marco teórico constructivista social tiene un potencial especial para guiar la enseñanza en el laboratorio (Lunetta et al., 2007). La teoría del aprendizaje social enfatiza que el aprendizaje se sitúa en las interacciones con quienes nos rodean y el desarrollo conceptual está asociado con el medio del lenguaje. Por lo tanto, el aprendizaje depende, en parte, de las interacciones con adultos y compañeros. La teoría del aprendizaje social deja en claro la importancia de promover el trabajo en grupo en el laboratorio para que se produzca un diálogo significativo y conceptualmente enfocado entre los estudiantes, así como entre el profesor y los estudiantes. Además, las experiencias de laboratorio en las que los estudiantes discuten ideas y toman decisiones pueden presentar muchas oportunidades para que los maestros observen el pensamiento de los estudiantes mientras negocian el significado con sus compañeros. Observar atentamente las acciones de los estudiantes y escuchar su diálogo crea oportunidades para que los maestros enfoquen preguntas y hagan comentarios dentro de las zonas de desarrollo proximal de los estudiantes (Duschl y Osborne, 2002; Vygotsky, 1978, 1986; citados en Lunetta et al., 2007) que pueden ayudar a los estudiantes a construir entendimientos más compatibles con los conceptos de comunidades científicas expertas.

La investigación sobre los efectos de los modelos de enseñanza en el aprendizaje puede tener implicaciones importantes sobre cómo los maestros deben implementar las actividades de laboratorio. Por ejemplo, promover la comprensión de los estudiantes de los conceptos científicos exige que los maestros tengan una comprensión científica rica de esos conceptos, además de la comprensión pedagógica y las habilidades necesarias para usar el modelo de enseñanza (Tobin y Garnett, 1988, citados en Lunetta et al., 2007). Por lo tanto, la comprensión de los docentes sobre conceptos científicos relevantes es otra variable importante que debe ser, pero rara vez se ha examinado y discutido en estudios de investigación en el laboratorio. Se necesita investigación empírica adicional para examinar los resultados del aprendizaje más cuidadosamente y los elementos específicos de la enseñanza que son más efectivos para promover el aprendizaje deseado antes, durante y después de las experiencias de laboratorio.

Cuando están bien planificadas y se implementan de manera efectiva, el laboratorio de educación científica y las experiencias de simulación sitúan el aprendizaje de los

estudiantes en diferentes niveles de investigación, lo que requiere que los estudiantes se involucren mental y físicamente de maneras que no son posibles en otras experiencias de educación científica. La enseñanza de la ciencia como indagación y a través de la indagación está en el corazón de los documentos de reforma de la educación científica. Dicha investigación refleja lo que ahora sabemos sobre cómo las personas aprenden ciencia. Comprender cómo aprenden los estudiantes y por qué a menudo les cuesta aprender qué pretenden los maestros es la base para una enseñanza efectiva (Bransford, Brown y Cocking, 2000).

La teoría del aprendizaje constructivista sugiere que los estudiantes usan ideas y construcciones que ya están en sus mentes para dar sentido a sus experiencias. El aprendizaje es un proceso activo, interpretativo e iterativo (Bransford, et al., 2000). Sin embargo, Gunstone (1991) escribió que ayudar a los estudiantes a desarrollar ideas científicas a partir de experiencias prácticas es un proceso muy complejo y que, en general, los estudiantes no tenían el tiempo o el estímulo suficientes para expresar sus interpretaciones y creencias y para reflexionar sobre ideas centrales en el laboratorio. La investigación sobre el aprendizaje en el laboratorio de la escuela deja en claro que, para comprender sus experiencias de laboratorio, los estudiantes deben manipular las ideas y los materiales en el laboratorio de la escuela (White y Gunstone, 1992, citados en Lunetta et al., 2007), y se les debe ayudar a comparar sus hallazgos e ideas con los conceptos de la comunidad científica contemporánea.

Sin embargo, la manipulación de materiales en el laboratorio no es suficiente para aprender conceptos científicos contemporáneos y esto explica el fracaso de las actividades de laboratorio del "libro de cocina" y las actividades de descubrimiento. La expectativa de que los estudiantes desarrollen una comprensión científica únicamente a través de sus experiencias de laboratorio refleja conceptos erróneos de la naturaleza de la ciencia (Matthews, 1994; Wolpert, 1992 citados en Lunetta et al., 2007) y cómo las personas aprenden la ciencia. Varios estudios sugieren que, si bien las investigaciones de laboratorio ofrecen entornos excelentes en los que los estudiantes pueden comprender los fenómenos y en que los profesores pueden comprender mejor el pensamiento de sus estudiantes, la investigación de laboratorio por sí sola no es suficiente para que los estudiantes puedan construir las complejas interpretaciones conceptuales de la comunidad científica



contemporánea (Lunetta, 1998). En el laboratorio, se debe alentar a los estudiantes a articular y compartir sus ideas para ayudarles a percibir discrepancias entre sus ideas, las de sus compañeros de clase y las de la comunidad científica. Driver (1995) citado en Lunetta et al. (2007) escribió que: "Si los entendimientos de los estudiantes deben cambiarse hacia aquellos de ciencia aceptada, entonces la intervención y negociación con una autoridad, generalmente un maestro, es esencial."(p.18).

## **2.2. Trabajo práctico del laboratorio: tipificación de las prácticas**

En este segundo apartado del capítulo teórico se describe con mayor profundidad el tema que atañe a la investigación y que tiene que ver en particular con el trabajo que se desarrolla en el laboratorio escolar. Se describen sus características y propósitos, también se presentan las prácticas de laboratorio como una herramienta de acercar a los estudiantes al quehacer científico; y, por último, se señalan algunas clasificaciones encontradas en la literatura para las prácticas del laboratorio.

### **2.2.1 Características y propósitos del laboratorio escolar**

El laboratorio, tal como lo concibe Cucci y Ferrante (2014), es el espacio designado a cumplir la enseñanza práctica, este siempre ha parecido cumplir con una función esencial como ambiente de aprendizaje para la ejecución de trabajos prácticos y estrategias interactivas de las ciencias. Cabe destacar, que es en ese espacio, donde se debe fomentar una enseñanza más activa, participativa, que permita que los estudiantes vean dichos espacios como un espacio muy cerca y real para hacer ciencia.

Nedelsky (1958) citado en Barolli et al. (2010) comprende el laboratorio como un proceso de investigación, donde deberían estar contemplados básicamente los siguientes aspectos: planificación de experimentos, previsión de resultados y confrontación entre los resultados obtenidos y los esperados.

Durante casi doscientos años, según Edgeworth (1811) citado en Lunetta et al. (2007), los educadores científicos han informado que las actividades de laboratorio pueden ayudar a los estudiantes a entender el mundo natural. A lo largo del tiempo, se ha sostenido la premisa que la ciencia no puede ser significativa para los estudiantes sin experiencias prácticas valiosas en el laboratorio escolar.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

El laboratorio escolar se constituye como un recurso único capaz de mejorar el interés de los estudiantes, el conocimiento de los conceptos y procedimientos de la ciencia, así como el desarrollo de habilidades importantes y manipulación de herramientas que permiten construir sus propios aprendizajes. Las experiencias obtenidas en él, permiten que los estudiantes vislumbren ideas sobre la naturaleza de la ciencia que son cruciales para el desarrollo del conocimiento científico. Estas son algunas de las razones por las cuales las actividades de laboratorio, prácticas de laboratorio, trabajo práctico, entre otros términos que se mencionan en los reportes de investigación, tienen un lugar destacado en muchos de los currículos de ciencias (Lunetta et al., 2007).

En una revisión de literatura realizada por Bates (1978) citado en Lunetta, et.al. (2007), se caracterizó el papel que tiene el laboratorio escolar en algunos programas de secundaria y el alcance que tiene éste frente a algunas alternativas menos costosas y que se requiere de más inversión de tiempo como la investigación: a) en comparación con las conferencias y las demostraciones, los métodos de enseñanza de laboratorio parecen ser igualmente efectivos para transmitir contenido científico; b) las experiencias de laboratorio son superiores para proporcionar a los estudiantes habilidades para trabajar en equipo; c) el laboratorio parece fomentar áreas del aprendizaje de la ciencia significativamente diferentes que solo la adquisición de contenido; d) algunas experiencias de laboratorio orientadas a la indagación parecen ser mejores que las conferencias y/o demostraciones que se hacen en algunos laboratorios que pretenden enseñar la indagación. Sin embargo, para tener esta diferencia significativa, los profesores deben ser expertos en métodos de enseñanza orientada a la investigación; e) los laboratorios parecen tener potencial para fomentar actitudes positivas de los estudiantes hacia la ciencia.

Algunas de las características del laboratorio escolar consisten en que debe propiciar como lo menciona Klopfer (1971) distintos objetivos y ejecutarlos en el área tal como los siguientes:

(...) conocimiento y comprensión; habilidades manuales; procesos de investigación científica; observación y medición; interpretación de los datos; identificación de los problemas; métodos de resolución de problemas; estimación de los métodos de trabajo de los científicos; actitudes e intereses científicos; aplicación de los conocimientos y métodos científicos. (p.1053).

Algunos autores como Crisafulli y Villalba (2013); Golombek (2008) señalan que la importancia de utilizar el laboratorio escolar permite que se desarrollen los objetivos que plantean su uso, y también funge como un espacio, en el que habilidades científicas tales como la formulación de preguntas, el diseño de una experiencia, la imaginación de un modelo o la construcción de un consenso de interpretación de los datos obtenidos, pueden consolidarse y otorgarle a los estudiantes otra dimensión más que no se obtienen en el aula regular.

En la tabla 2.1, se muestran algunas metas para el uso del laboratorio escolar y las expectativas a trabajar establecido por Singer, Hilton y Scheingruber (2006):

**Tabla 2.1 Expectativas de logro del laboratorio escolar**

<b>Meta</b>	<b>Expectativa</b>
Dominio de los temas y conceptos	Mejor comprensión de las disciplinas científicas
Razonamiento científico	Desarrollo de procesos de razonamiento científico (justificación, planteamiento de hipótesis, etcétera)
Comprensión de la naturaleza de la ciencia	Comprender la ciencia como un desarrollo de la comunidad científica, que es histórico y relacionado con su entorno
Interés en la ciencia	Contribuir a despertar interés por la ciencia y la tecnología
Comprender la complejidad y ambigüedad de trabajo empírico	Comprensión de procesos de obtención e interpretación de datos y su contribución a las ideas científicas
Desarrollo de habilidades prácticas	Desarrollo de habilidades para medir, elaborar e interpretar gráficas, usar herramientas para el tratamiento de datos
Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo	Desarrollar habilidades para asumir diferentes roles en un equipo, respeto a las opiniones, etcétera

Fuente: Singer et al. (2006). *America's Lab report: Investigations in high school science*. Whashington: The National Academies Press.

De igual manera, una revisión realizada por Durango (2015), muestra distintas directrices de los alcances del laboratorio escolar a lo largo del tiempo y que han sido registradas dentro de la comunidad científica:

***Laboratorio como estrategia para el desarrollo de conceptos y habilidades procedimentales.***

Tamir (1989) citado en Durango (2015), enfatiza la importancia de que el laboratorio desarrolle la enseñanza de aptitudes prácticas básicas, como observación, estimación de órdenes de magnitud y establecimiento de inferencias. Woolnogh y Allsop (1985) citados en Durango (2015) focalizan los objetivos de los trabajos prácticos en términos del desarrollo de un *feeling*

para los fenómenos naturales y la resolución de problemas. Las tareas procedimentales dependen del contexto y del contenido. Aprender a observar, por ejemplo, exige informaciones específicas en dominios particulares de conocimiento.

***Laboratorio como espacio propicio para el trabajo en equipo.***

La enseñanza en el laboratorio se realiza en un determinado *setting* social adecuado para el trabajo cooperativo (Tamir, 1989 citado en Durango, 2015). Kirschner (1992) por su parte señala que el trabajo en grupos es una ocasión ideal para el desarrollo y la práctica de habilidades intelectuales y para la aproximación de los estudiantes con un trabajo científico. Para Brown et al. (1991) citados en Durango (2015) consideran que el trabajo cooperativo potencializa las sinergias de los *insights* y de las soluciones que no serían posibles a través de un trabajo individual. Y, por último, Barolli (1998) citado en Durango (2015) dice que “trabajar en grupo no es garantía de éxito en el aprendizaje de la ciencia. La constitución de un grupo de trabajo depende de una didáctica capaz de favorecer una dinámica grupal que gire en torno de la tarea objetiva” (p.40).

***Laboratorio como estrategia motivadora para la enseñanza de las ciencias.***

Las revisiones de literatura realizados por Bates (1978) y Hofstein y Lunetta (1982) registran diferentes estudios en los que se destaca que los estudiantes disfrutaban las experiencias que tienen en el trabajo de laboratorio y que han dado como resultado actitudes positivas y mejoradas hacia la ciencia. Entre los estudios revisados, Hofstein, Ben-Zvi y Samuel (1976) informaron que los estudiantes en Israel calificaron su participación individual en el laboratorio de Química como el método de aprendizaje más efectivo para promover su interés hacia la Química cuando se compara con las clases expositivas de los profesores, presentaciones y discusiones en el aula. Otros estudios realizados posteriores en los ochenta hicieron afirmaciones similares, tal como la de Ben-Zvi et al. (1977) citado en Lunetta et al. (2007), por ejemplo, informaron que la interacción de los estudiantes de Química en el trabajo indagatorio del laboratorio de Química había sido el medio más efectivo para promover su interés hacia la Química en contraste con las demostraciones de los maestros, videos de experimentos, discusiones en clase y la exposición de temas por parte de los profesores. En un estudio que realizó Milner et al. (1987) citado en Lunetta et al. (2007), se observó el interés de los estudiantes de secundaria, en tomar una materia optativa de Química avanzada sólo por el hecho de que se

ofertaba actividades prácticas en el laboratorio de Química. Estos resultados son similares a otros más hallazgos que reportan diferentes autores (Charen, 1966; Hofstein et al., 1976; Johnson et al., 1974; Okebukola, 1986; Raghurir, 1979 citados en Lunetta et al., 2007) en donde a través de diferentes instrumentos es posible registrar una participación efectiva de los estudiantes hacia el laboratorio de Química, dando como resultado una mejor actitud de ellos hacia el aprendizaje de la Química en general y el laboratorio de Química en particular.

Martínez y Haertel (1991) citados en Durango (2015) buscan identificar las dimensiones del interés de los sujetos en la participación en actividades experimentales. Bzuneck (2001) citado en Durango (2015) busca concebir, a partir de una fundamentación teórica de la Psicología de la Motivación, experimentos potencialmente cautivantes. Berg et al. (2003) citados en Durango (2015) analizan, desde el punto de vista de las actitudes de los estudiantes, la diferencia entre un estilo de instrucción abierto y cuestionador, apoyado en la experimentación, y un estilo expositivo. Y Laburú et al. (2006) citados en Durango (2015) intentan entender los motivos del reducido número de clases experimentales utilizadas por los profesores de la escuela básica brasilera con base en las relaciones que los sujetos mantienen consigo mismos, con los otros y con la construcción de conocimientos.

### ***Laboratorio como ambiente cognitivo productivo para aprender ciencias.***

Hodson (1996) intenta organizar la diversidad de atribuciones del laboratorio didáctico por medio de categorías más amplias: ayudar a los estudiantes a aprender ciencias; a aprender sobre ciencias y aprender a hacer ciencias. Hofstein y Lunetta (2003) investigan métodos alternativos de evaluación de los estudiantes, que sean más apropiados para las características pedagógicas del laboratorio. Tsai (2003) y Sebastiá (1987) citados en Durango (2015) procuran levantar las representaciones de los alumnos y docentes relativos al trabajo de laboratorio. Richoux y Beaufils (2003) citados en Durango (2015) comparan planificaciones de actividades prácticas realizadas por los profesores, identificando las razones que prevalecen en la elección de sus trabajos prácticos.

En suma, el laboratorio escolar constituye un eje fundamental para la formación científica del alumnado, además de ser una actividad más que se puede desempeñar en las ciencias experimentales, puede enganchar a los estudiantes para interiorizar el conocimiento y la

metodología científica. Las prácticas son núcleos de interés en el quehacer de la investigación educativa, pero también de aplicación de lo ya obtenido de ésta.

### **2.2.2 Caracterización y clasificación de las prácticas de laboratorio**

Los trabajos prácticos vistos en el contexto de las disciplinas experimentales también se conocen y se desarrollan en abundantes documentos como “prácticas”, que hace referencia a cualquier actividad que permite a los alumnos experimentar la realidad mediante el uso de materiales e instrumentos propios de un laboratorio escolar adecuados (Espinosa et al., 2016).

Gil et al. (1999) consideran a las prácticas de laboratorio como una oportunidad para familiarizar a los estudiantes con el trabajo científico, así como hacer que los docentes cuestionen las prácticas, conocidas como recetas, y se atrevan a proponer nuevas experiencias que logren dejar a un lado la idea de que el trabajo de laboratorio es una actividad propia o exclusiva de la comunidad científica.

En la propuesta de Séré (2002), se destacan los aspectos más relevantes que la actividad experimental aporta a la enseñanza con relación a otros métodos utilizados para tal fin. Se muestra que el trabajo práctico ayuda a la comprensión y que el aprendizaje conceptual ayuda a hacer ciencia. Manifiesta que el trabajo práctico favorece la motivación de los estudiantes, así como su iniciativa y autonomía. También con estas actividades prácticas es posible la construcción de modelos que permitan que la teoría pueda ser asimilada de una manera más efectiva mostrando así que la experimentación favorece la adquisición de conceptos.

Como se puede ver hasta aquí, son muchas las bondades que en diferentes investigaciones se ha encontrado sobre el trabajo en el laboratorio en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, y en particular de la Química. Durango (2015) señala que el trabajo en el laboratorio debe ser el espacio en el cual no solo se desarrollan habilidades motrices, sino que también se deben desarrollar habilidades cognitivas que permitan al estudiante acercarse de manera más efectiva a la construcción de su propio conocimiento.

Un acercamiento a los alcances que las prácticas de laboratorio han logrado a lo largo de varios años de investigación científica es lo que muestra el trabajo realizado por Barolli et al. (2010), en el cual se muestra un resumen y compilado en tablas, el autor y año del trabajo además

de mostrar cuales son las contribuciones más significativas de cada investigación (Durango, 2015).

Algunos de los objetivos que tiene la ejecución de actividades prácticas pueden ser las que establecen Ramírez, Viera y Wainmaier (2010) quienes clasifican en seis categorías la ejecución de actividades y es retomada por Viera, Ramírez y Fleisner (2017), a continuación, se enumera la clasificación:

1. *Organización y toma de decisiones*: se establecen prioridades frente a una actividad, se programa el tiempo en el desarrollo de actividades, se dispone adecuadamente de los recursos y se identifican alternativas para la toma de decisiones (Beltrán, 1987; González y Wagenaar, 2003 citados en Viera et al., 2017, p. 264).
2. *Destrezas manuales*: conocer y manejar adecuadamente material e instrumental de laboratorio, utilizar técnicas elementales y aplicar normas de seguridad (De Pro Bueno, 1998; Klopfer, 1975 citados en Viera et al., 2017, p. 264).
3. *Procedimientos y actitudes investigativas*: observar, identificar o reconocer un problema, identificar variables significativas y practicar el modelado, formular hipótesis, seleccionar y diseñar pruebas adecuadas para contrastación de hipótesis, utilizar estrategias básicas para la resolución de problemas, analizar datos de manera cualitativa y cuantitativa, establecer asociaciones entre la información disponible, mostrar una actitud crítica, razonar deductiva e inductivamente, evaluar y generar ideas, hipótesis y resultados, mostrar una actitud inquisitiva (Beltrán, 1987; De Pro Bueno, 1998; Salinas, 1994 citados en Viera et al., 2017, p. 264).
4. *Comprensión conceptual*: diferenciar e integrar conceptos y leyes, transferir los mismos a la resolución de situaciones problemáticas, comprender el significado que encierran las expresiones matemáticas, comprender el rol de los modelos y del modelado (Salcedo Torres, 2004; Wainmaier, 2003 citados en Viera et al., 2017, p. 264).
5. *Actitudes sociales*: trabajar en equipo, evitar conflictos interpersonales, ejercer el liderazgo, motivar a otros, adaptarse a los cambios, asumir responsabilidades sociales (Beltrán, 1987; Bioul, 2001; Salcedo Torres, 2004 citados en Viera et al., 2017, p. 264).
6. *Gestión de la información*: emplear el lenguaje específico de las disciplinas, buscar, seleccionar, organizar e interpretar información, así como comunicar la información en forma oral y escrita (Bioul, 2001; De Pro Bueno, 1998; Pozo y Gómez, 1998; Salcedo Torres, 2004; Salinas, 1994 citados en Viera et al., 2017, p. 264).

Las prácticas de laboratorio han sufrido en el transcurso del tiempo una serie de clasificaciones por distintos autores, que se señalan a continuación. Este tipo de clasificaciones centran su atención en la forma en la que se organiza la enseñanza de las ciencias de tal manera que enfoca en los estudiantes, cómo son estos capaces de: construir el conocimiento, la adquisición de formas de trabajo científico y el desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas propias del trabajo experimental.

En la siguiente tabla 2.2 se muestra la clasificación realizada por Caballer y Oñorbe (1999) citado en López y Tamayo (2012) y distinguen las categorías mediante diferentes situaciones que se presentan:

**Tabla 2.2 Clasificación de las prácticas de Laboratorio de Química de Caballer y Oñorbe (1999)**

Problemas-Cuestiones	Su finalidad no es más que reforzar y aplicar la teoría.
Problemas-Ejercicio	Generalmente útiles para lograr el aprendizaje de técnicas de resolución ya establecidas (usar la balanza o pipetear).
Problema-Investigación	Los alumnos resuelven con metodología de investigación.

Fuente: Caballer y Oñorbe (1999) citado en López y Tamayo (2012).

En esta clasificación los autores utilizan el término problema para describir el tipo de prácticas que se van a realizar a cabo, y estos denotan de menor complejidad hasta el de mayor complejidad, que en este caso sería una clasificación tipo problema de investigación en el que los alumnos proponen su metodología.

La clasificación que mencionan Tamir y García (1992) citados en López y Tamayo (2012) es construida con base en niveles del cero a tres. Para estos autores, lo realizado en el laboratorio tiene como una de sus finalidades centrales la comprobación de la teoría y deja de lado la posibilidad de considerar el laboratorio, y con él el trabajo práctico, como una fuente valiosa para el planteamiento preguntas y de hipótesis en torno a lo estudiado.

**Tabla 2.3 Clasificación de las prácticas de Laboratorio de Química de Tamir y García (1992)**

Nivel cero	Se les da la pregunta, el método y la respuesta.
Nivel uno	Se da la pregunta y el método, y el estudiante tiene que hallar la respuesta.
Nivel dos	Se da la pregunta y el estudiante tiene que encontrar un método y una respuesta.
Nivel tres	Se le indica un fenómeno y tiene que formular una pregunta adecuada y encontrar un método y una respuesta a la pregunta.

Fuente: Tamir y García (1992) citado en López y Tamayo (2012).

La clasificación de Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994) citados en López y Tamayo (2012) se diseñó con base en los siguientes criterios: carácter metodológico, objetivos didácticos, estrategia general de trabajo, carácter de realización y carácter organizativo docente.



**Tabla 2.4 Clasificación de las prácticas del Laboratorio de Química de Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994)**

Por su carácter metodológico	<p><b>Abiertas.</b> Se le plantea un problema al estudiante, el cual debe conducirlo a la experimentación, en la que le sirven sus conocimientos hábitos y habilidades, pero no le son suficientes para resolverlo.</p> <p><b>Cerradas</b> (“Tipo Receta”). Se ofrecen a los estudiantes todos los conocimientos bien elaborados y estructurados.</p> <p><b>Semiabiertos o semicerrados.</b> No se le facilitan a los estudiantes todos los conocimientos elaborados y con el empleo de situaciones problemáticas se les motiva a indagar, suponer y hasta emitir alguna hipótesis.</p> <p><b>De verificación.</b> Dirigido a la verificación o comprobación experimental de los contenidos teóricos de la asignatura, de leyes y principios.</p> <p><b>De predicción.</b> Se dirige la atención del estudiante hacia un hecho, manifestación u ocurrencia en un montaje experimental dado.</p>
Por sus objetivos didácticos	<p><b>Inductivos.</b> A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.</p> <p><b>De investigación</b> (integraría a los anteriores). A través de tareas bien estructuradas se le orienta al estudiante paso a paso el desarrollo de un experimento hasta la obtención de un resultado que desconoce.</p>
Dentro de una estrategia general de trabajo	<p><b>Frontales.</b> En las que todos los estudiantes realizan la práctica de laboratorio con el mismo diseño experimental e instrucciones para su desarrollo. Casi siempre se realizan al concluir un ciclo de conferencias de un contenido teórico de determinado tema, y se utiliza como complemento de la teoría o para desarrollar habilidades manipulativas.</p> <p><b>Por ciclos.</b> El sistema de P.L. se fracciona en subsistemas según la estructura didáctica del curso, siguiendo como criterio las dimensiones del contenido, o sea, unidades conceptuales, procedimentales o actitudinales.</p>
Por su carácter de realización	<p><b>Personalizadas.</b> Los estudiantes van rotando por diferentes diseños experimentales relacionados con determinados contenidos de la asignatura, que recibirán durante todo el curso y que puede ser que aún no lo hayan recibido en las clases teóricas.</p> <p><b>Temporales.</b> Se planifican en el horario docente y que el profesor ubica, con el tiempo de duración correspondiente, para que sea de estricto cumplimiento por parte de los estudiantes.</p> <p><b>Semitemporales / semiespaciales.</b> Se establece un límite espacio-temporal, en su planificación docente, para que los alumnos puedan y deban realizar las prácticas de laboratorios correspondientes a determinado ciclo de los contenidos teóricos.</p>
Por su carácter organizativo docente	<p><b>Espaciales.</b> Se les informa a los estudiantes, al inicio del curso escolar, el sistema de prácticas de laboratorios que deben vencer en la asignatura para darle cumplimiento a los objetivos de su programa de estudio, y se les facilitan las orientaciones para su realización.</p>

Fuente: Caamaño (1992, 2003) y Perales (1994) citados en López y Tamayo (2012).

Tenreiro y Marques (2006) considerando el trabajo realizado por Leite y Figueiroa (2004), proponen una clasificación de las actividades de laboratorio según el objetivo que se pretende alcanzar. Los seis tipos de actividades son:

1. *Ejercicios*: tienen como objetivo el aprendizaje del conocimiento procedimental. Es decir, adquirir y desarrollar habilidades y destrezas que les permitan desenvolverse con facilidad en el laboratorio y hacer un uso adecuado de todos los implementos y equipos.
2. *Actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos* (familiarización con fenómenos). El principal objetivo de esta actividad es el reforzamiento del conocimiento conceptual haciendo uso de los sentidos. Este tipo de actividades permite a los estudiantes tener un acercamiento al concepto o teoría que se quiere enseñar.
3. *Actividades ilustrativas*: Actividades enfocadas en el aprendizaje de conceptos y caracterizadas por validar información que se ha enseñado previamente y que el estudiante ya conoce. Las actividades tipo “receta” son un buen ejemplo, ya que son estructuradas y su resultado se conoce previamente.
4. *Actividades orientadas para comprobar qué sucede*: El objetivo de esta actividad es el aprendizaje de conceptos. El aprendizaje se construye a través de la implementación de actividades que están descritas de manera detallada y bajo la ejecución de un protocolo que conduce a la obtención de resultados que son desconocidos para los estudiantes.
5. *Actividades del tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar*: El objetivo fundamental es el aprendizaje conceptual. La construcción del conocimiento se realiza a través de preguntas problematizadoras orientadas a que los estudiantes puedan confrontar la información que obtienen con los conocimientos previos que tienen acerca del tema.
6. *Investigaciones*: El principal objetivo de esta actividad es el aprendizaje de conceptos. El conocimiento se construye gracias a la resolución de situaciones problema que conducen a los estudiantes a que tengan que formular estrategias y metodologías que permitan la solución de la situación planteada. En este tipo de actividades el estudiante debe de validar los resultados obtenidos y estar en capacidad de reformular, si es necesario, los procedimientos utilizados. Permite un adecuado acercamiento al que hacer científico. (p.454).

Finalmente, al hablar del trabajo práctico es pertinente señalar acerca de su efectividad. Para que el trabajo práctico pueda llevarse a cabo con “efectividad” ésta, estará determinada por la intencionalidad, esto es, el objetivo que se pretende alcanzar y por el tipo de laboratorio que se quiera desarrollar. Otro aspecto importante es determinar cuál es el papel que el estudiante y profesor desempeñaran durante la realización de la práctica de laboratorio (Durango, 2015).

Diseñar una práctica que permita el cumplimiento de los objetivos del trabajo experimental ha sido un tema que ha suscitado gran interés y del cual se han realizado variedad de investigaciones. Entre los diferentes factores de los cuales puede depender, se pueden mencionar: el enfoque de enseñanza, el tipo de actividad, el instrumento evaluativo, el nivel educativo al cual se dirige la actividad, el currículo que se desarrolla y la pertinencia que debe existir entre el objetivo y la forma de desarrollarlo para que se pueda cumplir (Durango, 2015; Flores et al., 2009).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Para fines de esta investigación se utilizará la clasificación propuesta por Carmo (2014). Este autor clasifica las prácticas de laboratorio en seis categorías de actividades considerando aquellas que van desde menor hasta la mayor complejidad en la ejecución. En esta clasificación se consideran de menor complejidad las actividades de exploración y las de mayor complejidad las que se denominan como modelaje, en estas los alumnos reciben información sobre un fenómeno y lo que tienen que realizar es un experimento que busque explicarlo. A continuación, se describe esta clasificación:

*Actividades de exploración y observación simple.* Contacto directo y concreto de los estudiantes con los fenómenos sin una pauta de observación, favoreciendo la observación impresionista, el despertar de curiosidades e intereses, y la manifestación de saberes.

*Actividades de observación y medición.* Realizadas según una pauta concreta, con recurso a instrumentación y según procedimientos predefinidos.

*Actividades de confirmación-verificación.* Los estudiantes verifican, siguiendo procedimientos predefinidos, que determinado hecho, principio o fenómeno ocurre como fue previsto en la teoría del profesor.

*Descubrimiento.* Los estudiantes realizan una actividad práctica definida, cuyos resultados permiten inferir el conocimiento pretendido.

*Actividades de investigación.* Los estudiantes son confrontados con nuevas situaciones o problemas para los cuales buscan soluciones que evalúan por la experimentación.

*Actividades de modelaje.* Los estudiantes construyen un modelo que representa el fenómeno en estudio. (p.32).

Para cerrar este apartado, podemos decir que lo que permite el estudio teórico realizado es apreciar las líneas generales de la investigación sobre enseñanza de las ciencias, así como la riqueza de clasificaciones y orientaciones para estudiar las prácticas de enseñanza en el laboratorio de Química. Enseguida se desarrolla el capítulo metodológico.

## **CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

El tipo de prácticas que se llevan a cabo en los laboratorios de Química de educación media superior, pueden ser estudiados desde distintas aproximaciones metodológicas. Por ejemplo, en el caso del proyecto realizado por Crisafulli y Villalba (2013) abordan su investigación mediante un enfoque cualitativo teniendo como uno de sus intereses las capacidades intelectuales, prácticas y sociales empleadas por los estudiantes, para superar las situaciones propiciadas por el o los experimento(s) durante el trabajo práctico en el laboratorio de ciencias naturales; otro es el estudio realizado por López y Tamayo (2012) a través de un acercamiento descriptivo donde los propósitos fueron identificar qué piensan los maestros y los estudiantes sobre el uso de las prácticas de laboratorio y caracterizar las dificultades y fortalezas que se presentan en su realización.; y en el trabajo de Hernández, Machado, Martínez, Andreu y Flint (2018) realizaron una observación sistemática de las actividades experimentales desarrolladas por los estudiantes, también hicieron entrevistas a profesores y estudiantes y analizaron documentos que guían el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química.

En el presente capítulo se describen las características del acercamiento metodológico que se utilizó en esta investigación, así como las estrategias implementadas para obtener la información empírica. Respecto a la información empírica, se incluye la selección de las prácticas de laboratorio de Química, la descripción del trabajo de campo y la propuesta del análisis de la información de las prácticas realizadas en el laboratorio de Química de dos bachilleratos del subsistema DGETI de Aguascalientes.

### **3.1 Tipo de estudio**

Con el fin de clasificar el tipo de prácticas que se llevan a cabo en los laboratorios escolares de Química de dos Centros de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios, conocido por sus siglas como CBTis, en el estado de Aguascalientes, se planteó un estudio exploratorio con un enfoque cualitativo y tipificado metodológicamente como un estudio de caso de acuerdo a lo que señala Stake (2007) en el sentido de que este tipo de estudios busca destacar aspectos particulares y complejos del objeto de estudio.

El presente estudio, por su alcance, se define como exploratorio. Esto es así ya que se trata de un acercamiento inicial para conocer empíricamente las prácticas en el laboratorio de

Química con el fin de aproximarse a un fenómeno del que se desconocen sus características en los laboratorios escolares de los bachilleratos seleccionados. Los estudios exploratorios tienen la finalidad de contribuir con un acercamiento inicial al objeto de estudio y sentar bases para el desarrollo de futuras investigaciones que vayan más allá de la exploración y puedan establecer relaciones entre variables y en su caso apuntar generalizaciones del comportamiento del fenómeno que se estudia. Los estudios exploratorios, tal como lo señala Pulido, Ballén y Zúñiga (2007) se caracterizan por ser flexibles y estar centrados en descubrir, por esta razón es que un estudio exploratorio contribuye a lograr los objetivos de esta investigación, ya que se considera indispensable la exploración y caracterización del tipo de prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio de Química en planteles de educación media superior.

Los casos que se estudian en la presente investigación son prácticas en el laboratorio de Química de dos CBTis del estado de Aguascalientes denominados como “Caso A” y “Caso B”, y de acuerdo a la clasificación que propone Yin (1994) citado en Monge (2010) el uso del estudio de caso que se utiliza es de tipo descriptivo, ya que su “(...) objetivo es analizar cómo ocurre un fenómeno organizativo dentro de su contexto real” (p.38). Como se ha señalado *ex ante* el propósito de esta investigación se focaliza en realizar un estudio de caso de naturaleza exploratoria y descriptiva, por lo que no se buscó la representatividad estadística y no se aspira a generalizar los resultados, sino que éstos se conviertan en guía para estudios posteriores más amplios.

### **3.2 Selección de participantes y desarrollo del trabajo de campo**

Como ya se ha mencionado anteriormente los bachilleratos tecnológicos ofrecen la modalidad bivalente, es decir, se puede cursar la educación media superior y al mismo tiempo una carrera técnica. Existen cuatro tipos de bachilleratos tecnológicos a nivel nacional, los cuales son: Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de cada estado; Bachillerato Tecnológico Industrial y Servicios; Bachillerato en Ciencia y Tecnología del Mar; y, Bachillerato Tecnológico Agropecuario; en la tabla 3.1 se muestra la cantidad de escuelas disponibles con estas características para el caso de Aguascalientes:

**Tabla 3.1 Escuelas con modalidad de Bachillerato Tecnológico en Aguascalientes**

Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos de Aguascalientes (CECyTEA)	Bachillerato Tecnológico Industrial	Bachillerato en Ciencia y Tecnología del Mar	Bachillerato Tecnológico Agropecuario
13	11	1	6

Fuente: elaboración propia con datos del Instituto de Educación de Aguascalientes (IEA, 2016)\*.

\*IEA: Instituto de Educación de Aguascalientes, organismo que representa la cabeza del sector educativo en el estado.

La elección de la modalidad fue intencional, optando por el bachillerato tecnológico industrial, debido a las facilidades otorgadas para realizar este estudio en los dos planteles de este subsistema. Antes de la decisión final, se procedió a realizar una invitación de participación en el proyecto de investigación a los bachilleratos tecnológicos para negociar el acceso a los planteles que pertenecen al bachillerato tecnológico industrial.

La invitación se hizo mediante correo electrónico, contacto telefónico y en algunos casos se hizo de manera presencial en los bachilleratos de interés. De los 11 planteles del estado, sólo dos planteles accedieron a participar en la investigación; los planteles restantes declinaron la solicitud debido a que mencionaron no realizar prácticas de laboratorio de Química de manera regular, ni programada. En algunos casos mencionaron interés en fomentar el uso del laboratorio para desarrollo de la actividad experimental, sin embargo, en el momento del estudio no contaban con insumos básicos para poder realizar prácticas de laboratorio.

Algunos de los requisitos básicos que se mencionaron en la convocatoria del proyecto y de lo cual algunos accedieron a participar fueron los siguientes:

1. Que se realizaran prácticas de laboratorio de la materia de Química. No hubo especificaciones con el semestre, ni características de los alumnos.
2. Acceso a los horarios de prácticas para programarlas y asistir a realizar videograbaciones de las sesiones.
3. Disponibilidad de los horarios del investigador y los docentes. Esto con la finalidad de que los horarios de las sesiones pudieran ser accesibles para el investigador para llevar el equipo de grabación y obtener la sesión completa grabada de la práctica de laboratorio.

4. Disposición de los docentes a participar en el trabajo de investigación y ser video-grabadas las sesiones de laboratorio de Química.

Finalmente, aceptando la participación de los dos bachilleratos se realizó el trabajo de campo en dos momentos, el primer periodo fue de agosto- noviembre de 2018 y el segundo fue de febrero-marzo 2019. Por medio de los jefes de academia de la materia de Química de los dos bachilleratos participantes se convocó a todos los profesores que realizaban prácticas de laboratorio para hacer la invitación y accedieran a ser videograbados durante sus prácticas. De esta invitación únicamente accedió un docente de Química por plantel. De forma personal con los dos docente se acordaron las fechas en que se realizarían las videograbaciones y la recolección de datos, esto se agenda vía telefónica. Los dos docentes fueron estableciendo las fechas de grabación vía telefónica, debido a que un docente no calendarizaba las prácticas de laboratorio, sin embargo, el otro sí llevaba una sistematización de las prácticas pero no todas las fechas de prácticas en laboratorio se videograbaron debido a suspensión de clases o por causas específicas del plantel.

### **3.3 Acercamiento a las prácticas en el laboratorio**

El acercamiento a las prácticas en el laboratorio de Química se hizo utilizando diferentes herramientas de obtención de información. En primera instancia se realizaron en total 10 videograbaciones de sesiones de prácticas de Química, videograbando cinco sesiones de cada docente y en cada plantel. También se hizo una entrevista no estructurada a los docentes que participaron en el estudio para profundizar en algunos aspectos de interés como: el número de sesiones de prácticas por semestre, la evaluación de las prácticas, el análisis de los resultados de las prácticas, algunas conclusiones a las que llegan durante la práctica, entre otros, se considera que esta información difícilmente se observa en las videograbaciones, razón por la cual se consideró pertinente realizar la entrevista, pues consolidará los resultados de la investigación. Por último, se realizó una lista de cotejo de infraestructura y equipamiento de los laboratorios donde se llevan a cabo las prácticas de Química con la finalidad de describir el contexto dónde tiene lugar el fenómeno experimental de la materia. Cabe mencionar, que cada una de las herramientas utilizadas para la obtención de información se elaboró en concordancia con los objetivos de esta investigación.

### 3.3.1 Videgrabaciones de prácticas de laboratorio de Química

Respecto a las videgrabaciones realizadas en los laboratorios de Química se cuenta con 10 videgrabaciones de sesiones completas de las prácticas, con una duración aproximada de 43 minutos cada una. Para los fines de esta investigación se consideraron videgrabaciones completas de las sesiones desde el momento en que los docentes iniciaron la práctica de Química y realizaron el cierre. Es importante señalar que para el análisis de la información en este estudio se decidió nombrar “docente A” al profesor que participó dentro del primer CBTis, también nombrado como Caso A y “docente B” al segundo profesor del CBTis, también nombrado Caso B. De cada docente se cuenta con cinco videgrabaciones respectivamente. Los docentes laboraban en distintos CBTis y las sesiones videgrabadas se realizaron con diferentes grupos que deben cursar la materia de Química, esto quiere decir que en cada CBTis se observó la práctica del mismo docente con diferentes grupos.

Los contenidos de las prácticas videgrabadas y observadas fueron: “Diferencias entre mezclas y compuestos”; “Propiedades de los lípidos”; “Densidad de sólidos y líquidos”; “Gravimetría”; “Compatibilidad sanguínea”, títulos asignados por los docentes. Se recalca que las videgrabaciones sólo representan un recurso para analizar estas sesiones al estar documentadas en vídeo y audio permitieron que se pudiera acceder en varios momentos a las sesiones de prácticas y en cierto sentido se facilitó el análisis. En todas las sesiones de prácticas en el laboratorio de Química, se utilizó solo una cámara para grabar a todo el grupo, optando por enfocar las actividades del docente y los estudiantes durante el transcurso de la práctica.

Para cada videgrabación se elaboró una ficha que contiene la siguiente información:

#### **Datos generales**

Los datos generales que se señalan en cada una de las sesiones se les denominó como se ha decidido mencionar a los casos, “A y B” para diferenciarlos entre sí en el estudio. Los datos incluyen: fecha de la videgrabación, hora de inicio y de cierre de las prácticas de laboratorio de Química, se contabilizó el tiempo de duración de la práctica, grado y grupo participante, número de alumnos en la sesión, nombre de la práctica y materiales que se utilizaron para la realización de ésta.



## **Descripción de la práctica de laboratorio**

Para cada una de las sesiones se describe el desarrollo de la práctica de acuerdo a las siguientes categorías: docente, alumno, materiales y tiempo destinado; esto con base en las actividades que realizan dentro del trabajo práctico. Se realizaron anotaciones sobre momentos de la práctica que fueron retomadas en la entrevista semiestructurada que se les hizo a los docentes.

### **3.3.2 Entrevista semiestructurada a los docentes que imparten clase de laboratorio de Química**

Se consideró esta técnica de obtención de información durante el periodo de las grabaciones de las sesiones de laboratorio, puesto que en diálogos previos a las prácticas de Química y posteriores, los docentes añadían comentarios sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio que no eran observables, pero que contribuían con los objetivos de describir cómo se llevan a cabo estas actividades experimentales. Además, la entrevista permitió contextualizar las prácticas, validar información de las notas del investigador, complementar lo obtenido mediante la caracterización del trabajo práctico, y añadir la propia visión de los docentes sobre su trabajo en el laboratorio.

De acuerdo con Díaz, Torruco, Martínez y Varela (2013) la técnica de la entrevista semiestructurada de enfoque cualitativo presenta un grado alto de flexibilidad en comparación con otros tipos de entrevista, y para el objetivo de esta investigación complementó la necesidad de registrar detalles de las prácticas de laboratorio que no son observables en las videograbaciones y también es posible adaptarse a los sujetos, esta entrevista permitió darle voz a los docentes a fin de que expresaran las opiniones referentes a las prácticas que tienen los docentes participantes; esto fue posible mediante esta técnica porque “se mantiene la suficiente uniformidad para alcanzar interpretaciones acordes con los propósitos del estudio” (Díaz et al., 2013, p.163).

La entrevista se realizó al finalizar las grabaciones de las prácticas de laboratorio ya que ya se tenían identificados mediante las anotaciones del investigador, aspectos relevantes sobre los cuáles habría que indagar en la entrevista y esto aportara a la descripción de las prácticas que se llevan a cabo. El diseño del guion de entrevista fue inspirado en el trabajo que realizan Crisafulli y Villalba (2013) y López y Tamayo (2012). Con base en lo aportado en los trabajos

de los autores antes mencionados se procedió a utilizar el guion base que consta de 12 preguntas para la entrevista estimada para tener una duración entre 30 a 45 minutos; esta guía de entrevista fue utilizada para ambos docentes participantes.

Los puntos que se consideraron en la entrevista fueron:

- evaluación de las prácticas de laboratorio; elementos que constituyen a la práctica;
- secuencia que sigue;
- alcances y dificultades que se presentan a la hora de realizarlas;
- material de apoyo que utiliza el docente;
- perspectiva del docente acerca de la actividad experimental que se lleva a cabo;
- y, los componentes que debe tener una buena práctica de Química que se realiza en el laboratorio.

A los docentes que participaron se les dio a conocer el propósito de la entrevista y se les mencionó que serían grabados. Las entrevistas fueron documentadas y grabadas en audio y vídeo con el consentimiento de los docentes (Ver anexo A).

### **3.3.3 Lista de cotejo de infraestructura y equipamiento del laboratorio**

La lista de cotejo de insumos del laboratorio se aplicó al finalizar las videograbaciones, durante las horas libres de los docentes. El llenado de este instrumento fue aplicado por quién desarrolla este trabajo de investigación en conjunto con el docente participante de cada bachillerato.

El objetivo de este instrumento fue tener un inventario de los insumos y materiales con los que cuentan los laboratorios, así como la descripción de la infraestructura física y tecnológica de ellos. Esta herramienta también cuenta con un apartado que fue diseñado *ex profeso* para obtener y registrar información relativa a los perfiles académicos de los docentes (factor humano) que están presente en la realización de las prácticas de laboratorio de los planteles participantes. Este registró permitió añadir una descripción contextual de los laboratorios que participan en el estudio y los datos proporcionados sólo serán descriptivos y con posibilidad de utilizarlos para alguna comparación posterior (Ver anexo B).

**Tabla. 3.2 Apartados de la lista de cotejo de infraestructura y equipamiento del laboratorio de Química**

<b>Apartado</b>	<b>Etiqueta</b>
Infraestructura física y tecnológica.	1.- Uso compartido o no del laboratorio de Química con otras materias. 2.- Iluminación del laboratorio. 3.- Ventilación del laboratorio. 4.- Estación de trabajo del profesor. 5.- Mesas de trabajo estudiantes. 6.- Aspectos de seguridad. 7.- Tecnologías de la información y comunicación. 8.- Espacio del laboratorio.
Equipo y materiales de laboratorio.	9.- Equipo. 10.- Mobiliario. 11.- Materiales. 12.- Reactivos.
Recursos humanos.	13.- Participantes de las prácticas del laboratorio 14.- Perfil profesional del recurso humano.

Fuente: Elaboración propia con base en la lista de cotejo de infraestructura y equipamiento de laboratorio.

### **3.4 Prácticas en el laboratorio de Química: clasificación, operacionalización y procedimiento para el análisis**

El propósito de este apartado es caracterizar el procedimiento de obtención de información de las prácticas de laboratorio de Química. Para ello se utilizó una guía de observación de las videgrabaciones de clase con el fin de que permitiera describir y clasificar el tipo de prácticas que se llevan a cabo. La guía está basada en lo propuesto por Carmo (2014), quien plantea seis actividades diferentes que pueden suscitarse al realizar el trabajo experimental en el laboratorio.

La clasificación planteada por Carmo (2014) y referida en el capítulo anterior, tiene a bien describir de manera pertinente, sencilla y clara los distintos tipos de actividades que se puedan llevar a cabo en las prácticas de laboratorio de Química y que están relacionados con los insumos del laboratorio, el papel del estudiante y el papel del profesor. La Tabla 3.3 muestra de manera detallada las seis categorías de la clasificación y se señalan los indicadores de observación que permitieron un análisis de información.

**Tabla 3.3 Clasificación de las prácticas de laboratorio de Química (adaptado de Carmo, 2014)**

Tipo de práctica	Descripción	Papel del estudiante	Papel del profesor
Actividades de exploración y observación simple.	Contacto directo y concreto de los estudiantes con los fenómenos sin una pauta de observación, favoreciendo la observación impresionista, el despertar de curiosidades e intereses, y la manifestación de saberes.	El estudiante presta atención a los ejemplos que dicta su profesor, entiende la explicación verbal de los fenómenos, interactúa con su participación y preguntas.	El profesor encabeza esta presentación de los fenómenos, explica, da ejemplos de éstos. Se resume a la explicación de un fenómeno, pero no lleva a cabo una demostración, puede simular una mediante el ejemplo.
Actividades de observación y medición	Realizadas según una pauta concreta, con recurso a instrumentación y según procedimientos predefinidos.	El estudiante desarrolla la práctica tal cual se describe en su manual de laboratorio.	El profesor favorece el que sus estudiantes se apeguen al manual del laboratorio y lleven al pie de la letra todo lo señalado en él.
Actividades de confirmación-verificación	Los estudiantes verifican, siguiendo procedimientos predefinidos, que determinado hecho, principio o fenómeno ocurre como fue previsto en la teoría del profesor.	Los estudiantes deben seguir tal cual lo señalado por su manual de prácticas, llegar a la misma conclusión establecida y coincidir con lo visto en la clase teórica del docente.	El profesor fomenta el uso del laboratorio, mantiene una postura rígida en cuanto a la obtención de los resultados que se obtendrán y promueve las conclusiones similares a lo ya dictaminado desde su explicación de la teoría.
Descubrimiento	Los estudiantes realizan una actividad práctica definida, cuyos resultados permiten inferir el conocimiento pretendido.	Los estudiantes siguen lo señalado en su manual de laboratorio o procedimiento establecido por el profesor, sin embargo, es trabajo de ellos llegar a las conclusiones e	El profesor define el procedimiento de la práctica, y no participa en el hallazgo de los resultados.

		interpretarlas de acuerdo con su conocimiento previo o adquirido a posteriori de la práctica.	
<b>Tipo de práctica</b>	<b>Descripción</b>	<b>Papel del estudiante</b>	<b>Papel del profesor</b>
Actividades de investigación	Los estudiantes son confrontados con nuevas situaciones o problemas para los cuales buscan soluciones que evalúan por la experimentación.	Los estudiantes mediante una práctica de laboratorio, propuesta y dirigida por ellos contestan una pregunta de investigación dada por el profesor y llevan a cabo los pasos del método científico.	El profesor confronta a los estudiantes mediante una pregunta de investigación o un problema de investigación. Los asesora de acuerdo a lo propuesto por los estudiantes, pero solo los acompaña en el proceso de su resolución.
Actividades de modelaje	Los estudiantes construyen un modelo que representa el fenómeno en estudio.	Los estudiantes elaboran un modelo de acuerdo a la sistematización de las ciencias y explican el fenómeno con base en lo desarrollado en todos los pasos del método científico.	El docente evalúa y retroalimenta el modelo que presentan los estudiantes.

Fuente. Elaboración propia con base en Carmo (2014).

Para utilizar la clasificación antes descrita, fue necesario organizar la información que se tiene de las prácticas videograbadas. Los vídeos se codificaron mediante el software *Videograph* y la información obtenida se almacenó en hojas de trabajo de SPSS. Este programa fue utilizado de forma similar para analizar prácticas experimentales por Von Aufschnaiter y Von Aufschnaiter (2007). Este sistema electrónico permite la construcción de categorías a partir de observaciones realizadas a las prácticas docentes pero este software *no resuelve todo, por lo que* es necesario tener desde la teoría la definición de las categorías a usar para realizar un análisis de la información. El software *Videograph* permite la codificación simultánea al mismo tiempo que se proyecta el vídeo en el programa y es posible obtener intervalos de tiempo en los cuáles se pueden ir seleccionando los momentos que ocurren en las prácticas observadas. Para fines de

esta investigación, es necesario una herramienta como este software que permita organizar las prácticas de laboratorio de Química es invaluable.

Los códigos que se establecieron describen lo que hacen los estudiantes, por ejemplo: manipulación de materiales o cuestionamiento de procedimiento hacia el profesor y lo que realiza el docente, por ejemplo: explicación de procedimiento o explicación de contenido. Los códigos se aplican a intervalos de 1 minuto (hoja de trabajo SPSS) y, por lo tanto, proporcionan una estimación de la duración de las diferentes actividades; esto con la finalidad de tener datos que sean de utilidad y hagan más sencillo la clasificación y análisis de las prácticas que se llevan a cabo en los laboratorios de Química. En la tabla 3.4 se presentan las codificaciones utilizadas en el software *Videograph* para posteriormente proceder a su clasificación:

**Tabla 3.4 Categorización de las actividades del docente y estudiantes en las prácticas de laboratorio de Química**

Actividades	Categorías
Realizadas por el docente	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Explicación de contenido</li><li>2. Explicación de procedimiento</li><li>3. Supervisión del trabajo</li><li>4. Manipulación de materiales</li><li>5. Manejo de equipo de seguridad</li></ol>
Realizadas por los estudiantes	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Explicación de contenido a pares</li><li>2. Explicación de procedimiento a pares</li><li>3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente</li><li>4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente</li><li>5. Manipulación de materiales</li><li>6. Manejo de equipo de seguridad</li></ol>

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

Además de la categorización, el uso del programa permitió ordenar los elementos para formar la secuencia que siguen las sesiones de prácticas de Química; así mismo, se transcribieron fragmentos de las prácticas que son audibles con la finalidad de complementar los resultados que se obtuvieron por la codificación de las prácticas de laboratorio.

### 3.5 Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló bajo el código de ética de la Asociación Americana de Investigación Educativa (AERA); este código hace referencia a distintas consideraciones aplicables a las distintas fases de la investigación, sin embargo, solo algunas de éstas se aplicaron para fines de este estudio y a continuación se señalan (Guerra, 2006).

Las autoridades de los bachilleratos tecnológicos, estudiantes y profesores que participaron en la investigación, firmaron consentimientos informados. En ellos, se describía su interés de participar en esta investigación, así como para garantizar que la población participante recibiera la información adecuadamente y tuviera en cuenta los propósitos de ésta, y obtener su colaboración en el desarrollo de la investigación y contribuir al desarrollo de la ciencia. Los alcances logrados en materia de ética de la investigación fueron:

- Garantizar el anonimato de los participantes, asignándoles códigos especiales a estudiantes, profesores y bachilleratos tecnológicos.
- El investigador y colaboradores se comprometieron a regirse con la máxima competencia profesional.
- El alcance de esta investigación se estableció en un sentido de responsabilidad social, con la finalidad de contribuir a la línea de investigación de la enseñanza de la ciencia y del conocimiento científico en general. El investigador se comprometió a dar los créditos a los autores, evitar el plagio y la información falsa, así como del cuidado de los derechos de autor.

## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se expone el análisis de los resultados de la información empírica siguiendo como referente la pregunta que orientó el estudio. El capítulo se constituye de tres apartados: en el primero se dan a conocer los datos generales de los bachilleratos A y B que participaron en el estudio, como parte de los datos generales se da cuenta del contexto, componentes de infraestructura física y equipamiento del laboratorio. En el segundo apartado se describe el tipo de prácticas que se llevaron a cabo con base a la información obtenida y videograbaciones observadas. Finalmente, en el último apartado se presenta un análisis en conjunto de los casos con la finalidad de integrar la información, compararla y dar cuenta de los objetivos previamente establecidos.

No es un afán de la presente investigación evidenciar o señalar deficiencias con fines de evaluación, sino que se pretende que la información obtenida en las observaciones de las prácticas, eventualmente sea analizada con fines de mejora y propuesta para los bachilleratos que accedieron participar en este estudio y en particular para los docentes pues se espera que en otro momento y en otro espacio se realice la entrega de resultados y una propuesta para mejorar la práctica en el laboratorio.

Este análisis, tal como se señaló en el apartado metodológico busca solamente explorar los casos de dos docentes que enseñan a su vez en dos bachilleratos del subsistema DGETI en Aguascalientes. Por el alcance metodológico del presente estudio, los resultados no pretenden generalizarse, su aportación es más modesta. En todo caso, se aspiraría a realizar otros estudios que fueran permitiendo hacer inferencias que pudieran ser generalizables y así, abonar evidencia al campo de la investigación educativa sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Tal como lo menciona Cañedo y Cáceres (2008) una práctica de laboratorio consta de tres momentos para su realización tales como: preparación previa a la práctica, realización de la práctica y conclusiones de la práctica. Estos autores también señalan que esta experiencia de aprendizaje forma parte del fomento al trabajo independiente de los estudiantes.

La primera parte *preparación previa a la práctica*, hace referencia a la base teórica que en su mayoría es presidida por el docente como fundamento de la práctica, así como el estudio de las técnicas de los experimentos correspondientes que se llevarán a cabo (Cañedo y Cáceres, 2008). El segundo momento se caracteriza por el trabajo de los estudiantes con el material de



laboratorio (utensilios, instrumentos, aparatos, y reactivos), la reproducción de los fenómenos deseados, el reconocimiento de los índices característicos de su desarrollo, la anotación de las observaciones, entre otras tareas que puedan ser acordadas por la academia de la Química correspondiente de cada plantel o sistema educativo (Cañedo y Cáceres, 2008).

Y, por último, los estudiantes deberán analizar los datos de la observación, y elaborar sus conclusiones derivadas de las acciones físicas y mentales experimentadas durante la práctica de forma paralela. Por otro lado, desde el punto de vista organizativo, la secuencia que debe seguir una práctica de laboratorio es la siguiente (Cañedo y Cáceres, 2008):

1. “Orientación de los objetivos y las tareas fundamentales a desarrollar y las técnicas operatorias básicas que se utilizaran
2. Distribución de materiales
3. Trabajo independiente de los estudiantes
4. Discusión colectiva de los resultados obtenidos” (p.79).

Los componentes de una práctica descritos anteriormente pueden resumirse en el papel del estudiante, papel del docente y protocolo de práctica, lo anterior servirá de base para discutir lo obtenido en las prácticas de laboratorio.

#### **4.1 Aspectos generales y contextos de los bachilleratos A y B**

En este subapartado se abordarán aspectos generales del contexto del bachillerato e infraestructura física y equipamiento del laboratorio de Química de los casos A y B.

##### ***Caso A***

El primer bachillerato en el que se llevó a cabo la obtención de datos del docente A se encuentra dentro de la zona urbana del municipio de Aguascalientes. Este bachillerato se caracteriza por ser uno de los más antiguos en el estado. Se ofertan las carreras técnicas de Administración, Recursos Humanos, Contabilidad, Laboratorista Químico, Logística, Alimentos y Bebidas y Secretario Ejecutivo Bilingüe.

Los datos de infraestructura física y equipamiento de los laboratorios del plantel se obtuvieron con la ayuda de una lista de cotejo (Ver anexo B) para describir con lo que cuenta el bachillerato y realizar la contextualización del laboratorio. No se utilizaron formatos como los

que maneja el ECEA (Noyola, Soca, Aguilera y Martínez, 2014) para evaluar la calidad de éste. Además de la lista de cotejo se tomó en cuenta la opinión del docente sobre las condiciones del laboratorio.

El docente mencionó que es suficiente la infraestructura física y el equipamiento de materiales que se tiene para realizar las prácticas. La única desventaja que señala es que no todo el material es propiedad exclusiva del laboratorio de Química, sino que estos también son compartidos para otras asignaturas como biología y las carreras técnicas que utilizan el laboratorio, lo cual representa un problema, pues al realizar prácticas de manera simultánea llega a afectar la disponibilidad de lo que se tiene. La descripción detallada de los insumos de los laboratorios recabados en la lista de cotejo de este apartado se encuentra en anexos (Ver anexo B).

El docente A, es Ingeniero Químico y con Maestría en Biotecnología, tiene una experiencia docente de cuatro años. El periodo de observación y videograbación de las sesiones fue durante el mes de noviembre 2018 y marzo 2019, completando en total 5 prácticas de laboratorio. En el caso del plantel A los profesores titulares de la materia de Química son los encargados de realizar el trabajo de laboratorio. En este plantel no se programan las prácticas desde la Academia, puesto que cada profesor programa el uso del laboratorio y realiza el trabajo experimental.

El docente A señaló que realiza en promedio 2 prácticas por mes, dependiendo de las actividades extra que demanden el plantel o las suspensiones de clases. También comentó que algunos de sus grupos de estudiantes van muy retrasados en la teoría y prefiere suspender una sesión de práctica para avanzar con el contenido que demanda el programa de estudios. En este plantel, no se cuenta con personal de apoyo para realizar las prácticas de Química. El personal de apoyo que participa ocasionalmente son estudiantes de últimos semestres que están realizando servicio social y suelen pertenecer a la Carrera Técnica de Laboratorista Químico.

### ***Caso B***

El plantel tiene 35 años desde su fundación en la ciudad de Aguascalientes y, al igual que el Caso A, se caracteriza por ser de las escuelas más antiguas del Estado con ese subsistema. La visión del bachillerato es formar jóvenes capaces de enfrentar los retos de la modernidad. Las

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

carreras que actualmente oferta son las carreras técnicas; en Construcción, Laboratorista Clínico, Mecánica Industrial, Mecatrónica, Ofimática y Programación.

El bachillerato del docente B, cuenta con un laboratorio en donde se realizan actividades experimentales de las materias de Química, Biología y Carrera Técnica de Laboratorista Clínico. Con base en lo registrado en la lista de cotejo y con el apoyo del docente con información de las condiciones del laboratorio se registran con mayor descripción la infraestructura física y tecnológica del laboratorio, el inventario de equipo y materiales de laboratorio, por último, se muestra un apartado de recursos humanos que apoyan las actividades del laboratorio (Ver anexo B). El docente señaló que los materiales que se tienen en el laboratorio, así como su infraestructura son suficientes para llevar a cabo las prácticas que determina la academia de Química e incluso como el laboratorio también es utilizado por la Carrera Técnica de Laborista clínico se cuenta con material de más en comparación con otros planteles.

El docente B es licenciado en Análisis Químico Biológico, tiene una experiencia docente de cinco años. El periodo en el que se videograbaron las sesiones de prácticas de laboratorio fue en el mes de noviembre 2018, siendo en total 5 prácticas completas.

Cabe mencionar que la observación de las prácticas de ambos docentes se realizó con grupos de estudiantes que eran de diferentes semestres y de distintas carreras técnicas. Lo único que tenían en común es que cursaban alguna materia de Química y el docente era el encargado de la materia teórica y práctica. En el plantel del docente B, los profesores titulares de la materia de Química son los encargados realizar el trabajo de laboratorio. En esta institución se calendarizan las sesiones de laboratorio, y quién decide las prácticas a realizar y la elaboración del manual es la academia de Química. El docente B realiza en promedio 4 prácticas por mes, dependiendo de las actividades extras que demande el plantel o las suspensiones oficiales que se tengan registradas.

El laboratorio cuenta con personal de apoyo cuya función es alistar el material previo a las prácticas de laboratorio y el manejo del inventario de los insumos que se utilizan en el laboratorio. Durante el turno matutino apoya el personal de Técnico docente y en el turno vespertino los estudiantes que realizan prácticas de la Carrera Técnica Laboratorista Clínico son los encargados de apoyar en el laboratorio.

## **4.2 Descripción general y clasificación de las prácticas casos A y B**

En este subapartado se mencionan las prácticas de laboratorio de Química de los Casos A y B dando cuenta de la clasificación de actividades de acuerdo a lo que establece Carmo (2014). Se reitera que las prácticas de laboratorio observado y videograbadas para los casos A y B fueron diferentes, como se ha mencionado anteriormente, algunas de las diferencias fue el número de alumnos que realizó la práctica, la Carrera Técnica, los horarios de observación, la duración de la práctica y el tema que se desarrolló en cada práctica.

### **4.2.1 Descripción general de las prácticas caso A**

Se videograbaron y observaron cinco sesiones de trabajo en el laboratorio del docente A, cada sesión tuvo una duración de 68 minutos aproximadamente. El docente se apoyó de un manual de laboratorio de su propia autoría. En este manual se leen fragmentos de algunos experimentos extraídos de libros de Química que sirven para sustentarlo. El docente A seguía específicamente los pasos establecidos en el manual, además este era una obligación para los estudiantes llevarlo a la sesión de práctica. Cabe señalar, que previo a las sesiones de laboratorio el docente revisaba que los estudiantes trajeran su manual de laboratorio, su pre reporte, equipo de seguridad como: bata, cubre bocas o careta y guantes y en algunos casos materiales extra si así se señalaba en la práctica. Los estudiantes que no cumplían con los requisitos previos a ingresar al laboratorio no se les permitía el acceso.

A continuación se enumera el orden que sigue el docente A durante la realización de las prácticas en el laboratorio, con base en lo observado en las videograbaciones:

1. El docente da acceso al laboratorio a los alumnos que traen manual de prácticas, equipo de seguridad y son puntuales.
2. Explica con ayuda del pizarrón del laboratorio el título de la práctica, los objetivos, materiales y reactivos a utilizar.
3. Solicita a los estudiantes que lean en plenaria el procedimiento a seguir, pregunta a los alumnos por dudas que tengan y resuelve las dudas.
4. Los alumnos toman el material que van a utilizar de la bodega y estantes del laboratorio e instalan equipo de ser necesario en sus mesas.
5. Los alumnos van realizando las prácticas del laboratorio, con base en lo explicado por la docente y lo que tienen visible en su manual a seguir.

6. El docente supervisa las mesas de trabajo, resuelve dudas de tipo procedimental mayoritariamente o conceptual cuando se presentan, en algunas prácticas prepara material para que los alumnos trabajen su práctica.
7. El docente está supervisando en todo momento, e indica cuando los alumnos les queda poco tiempo para concluir su práctica.
8. Una vez que terminan los estudiantes de realizar la práctica, recogen su material y equipo de laboratorio, deben dejarlo en el lugar que lo encontraron y se retiran del laboratorio.

#### 4.2.2 Clasificación de las prácticas de laboratorio de Química caso A

Las prácticas de laboratorio de Química observadas en los casos A y B, fueron diferentes en diversos factores como se mencionó en el apartado anterior. En la tabla 4.1 se presenta un panorama general de las prácticas observadas y videograbadas para la presente investigación correspondiente al docente A (Caso A):

**Tabla 4.1 Prácticas realizadas por docente Caso A**

<b>Práctica</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Hora de inicio de la práctica	7:00 am	7:50 am	8:40 am	10:40 am	10:40 am
Hora de finalización de la práctica	7:51 am	8:25am	11:15 am	11:57 am	12:02 pm
Nombre de la práctica	Diferencias entre mezclas y compuestos	Diferencias entre mezclas y compuestos	Propiedades de los lípidos	Identificación de soluciones simples y doble sustitución	Soluciones molares
Número de alumnos	25 alumnos	20 alumnos	26 alumnos	24 alumnos	20 alumnos
Duración	51 minutos	35 minutos	95 minutos	77 minutos	82 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

De acuerdo a la clasificación adaptada de Carmo (2014), las prácticas observadas del docente A, en general se clasifican de la siguiente manera:

**Tabla 4.2 Clasificación de las prácticas realizadas por el docente A**

Clasificación	Descripción general	Prácticas observadas	Características de las prácticas observadas
Actividades de observación y medición	Realizadas según una pauta concreta, con recurso a instrumentación y según procedimientos predefinidos.	1. Diferencias entre mezclas y compuestos 2. Diferencias entre mezclas y compuestos 4. Identificación de soluciones simples y doble sustitución	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estas prácticas son guiadas por una pauta concreta, en este caso el manual de laboratorio o protocolo.</li> <li>➤ Están orientadas a una manipulación de instrumentos y materiales previamente definidos por el manual y la explicación del docente.</li> <li>➤ Existen intervenciones del docente en las sesiones para guiar el procedimiento.</li> </ul>
Actividades Mixtas Observación-medición y Confirmación-verificación	Son actividades que se siguen bajo una pauta concreta, instrumentación manejada de acuerdo a los procedimientos predefinidos. Se establecen los resultados y conclusiones de acuerdo a lo explicado por el docente.	3. Propiedades de los lípidos 5. Soluciones molares	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estas prácticas son guiadas por una pauta concreta, en este caso el manual de laboratorio o protocolo.</li> <li>➤ Están orientadas a una manipulación de instrumentos y materiales previamente definidos por el manual y la explicación del docente.</li> <li>➤ El docente o el manual de laboratorio establece los resultados a los que se tienen que llegar, y existe un acercamiento a la conclusión de la práctica.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

De acuerdo con los datos obtenidos de la observación de las prácticas del docente A, predomina las actividades de observación y medición; este tipo de actividades como ya se ha mencionado está caracterizado por el manual de prácticas que en este caso el docente tiene la autoría de lo que se lleva a cabo en el laboratorio y es aplicado a la hora de realizar la práctica.

De acuerdo con la entrevista, el docente menciona que el protocolo es leído antes por los estudiantes con la finalidad de que se familiaricen con el procedimiento a seguir y que anoten sus dudas para que en el momento que se explique la práctica ellos puedan resolverlas. Este docente brinda un espacio de lectura con los estudiantes en plenaria para comprender procedimentalmente la práctica, y en algunos casos ya mencionados, retoma aspectos teóricos que se vieron en clase y que están relacionados con la práctica a realizar. En este sentido, las prácticas que se realizan siguen una estructura de tipo receta de cocina, donde hay materiales (ingredientes), procedimiento (preparación) y resultados esperados (platillo final), existe poco cuestionamiento por parte de los estudiantes por aspectos conceptuales en la práctica que enriquezcan y otorguen otro sentido a lo que se hace.

#### **4.2.3 Descripción general de las prácticas caso B**

Se observaron cinco sesiones de trabajo en el laboratorio, cada una tuvo en promedio una duración de 50 minutos. El docente se apoyó del manual de laboratorio que realiza la academia de Química del plantel. Para ingresar al laboratorio era necesario portar bata blanca y su pre reporte a mano. Antes de ingresar los estudiantes tenían que leer la práctica y tratar de comprenderla pues el docente realizaba una dinámica de preguntas y respuestas, y aquellas mesas de trabajo que no contestaban las preguntas se suspendía el laboratorio.

El orden general que se sigue en las prácticas de laboratorio de acuerdo con lo observado en las videograbaciones del docente B, es el siguiente:

1. Pase de lista y recepción de pre reportes.
2. Cuestionamiento encabezado por el docente sobre aspectos procedimentales y conceptuales de la práctica. Se esclarecen dudas sobre el protocolo a seguir de la práctica.
3. Los estudiantes solicitan el material de laboratorio, y se guían del manual para realizar el procedimiento de manera puntual.
4. El docente supervisa las mesas de trabajo, resuelve dudas de tipo procedimental o conceptual, en algunas prácticas manipula el material en forma de demostración.
5. Cuando los estudiantes terminan la experimentación lavan su material, lo secan, recogen y lo regresan con las encargadas de resguardarlo, y se retiran del laboratorio.

#### 4.2.4 Clasificación de las prácticas de laboratorio de Química caso B

Las prácticas de laboratorio de Química entre ambos docentes variaron en cuanto al número de alumnos, la Carrera Técnica y los horarios de observación. Para el caso B, en promedio se contó con 24 alumnos por sesión de práctica, los cuales fueron organizados en equipos de cuatro integrantes por mesa. Los estudiantes que realizaron las prácticas pertenecían a las Carreras Técnicas de Mecánica Industrial, de Construcción, de Mecatrónica y de Laboratorista Clínico. En la siguiente tabla se presenta un panorama general de las prácticas que se obtuvieron a partir de la observación de las videograbaciones para el docente B.

**Tabla 4.3 Prácticas realizadas por docente caso B**

Práctica	1	2	3	4	5
Hora de inicio de la práctica	5:00 pm	5:00 pm	5:00 pm	3:40 pm	5:00 pm
Hora de finalización de la práctica	5:41 pm	5:41 pm	5:44 pm	4:23 pm	6:22 pm
Nombre de la práctica	Densidad de sólidos y líquidos	Densidad de sólidos y líquidos	Gravimetría	Densidad de sólidos y líquidos	Compatibilidad sanguínea
Número de alumnos	24 alumnos	20 alumnos	20 alumnos	24 alumnos	28 alumnos
Duración	41:43 minutos	41 minutos	44:12 minutos	43 minutos	82 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

De acuerdo con lo observado en las videograbaciones y el uso del programa *Videograph* se muestra a continuación la organización y clasificación de las actividades del docente B con base en lo propuesto por Carmo (2014):

**Tabla 4.4 Clasificación de las prácticas realizadas por el docente B**

Clasificación	Descripción general	Prácticas observadas	Características de las prácticas observadas
Actividades de observación y medición	Realizadas según una pauta concreta, con recurso a instrumentación y según procedimientos predefinidos.	2. Determinación de densidad de sólidos y líquidos. 3. Gravimetría.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estas prácticas son guiadas por una pauta concreta, en este caso pre reporte o escrito de procedimiento a seguir.</li> <li>➤ Están orientadas a una manipulación de instrumentos y materiales previamente</li> </ul>



<b>Clasificación</b>	<b>Descripción general</b>	<b>Prácticas observadas</b>	<b>Características de las prácticas observadas</b>
Actividades Mixtas Observación-medición y Confirmación-verificación	Son actividades que se siguen bajo una pauta concreta, instrumentación manejada de acuerdo a los procedimientos predefinidos. Se establecen los resultados y conclusiones de acuerdo a lo explicado por el docente.	1. Determinación de densidad de sólidos y líquidos. 5. Compatibilidad sanguínea	<p>definidos por el manual y la explicación del docente.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Existen intervenciones del docente en las sesiones para guiar el procedimiento.</li> </ul> <p>Estas prácticas son guiadas por una pauta concreta, en este caso el manual de laboratorio o protocolo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Están orientadas a una manipulación de instrumentos y materiales previamente definidos por el manual y la explicación del docente.</li> <li>➤ El docente o el manual de laboratorio establece los resultados a los que se tienen que llegar, y existe un acercamiento a la conclusión de la práctica.</li> </ul>
Actividades Mixtas Observación-medición y Descubrimiento	Son actividades que se siguen bajo una pauta concreta, instrumentación manejada de acuerdo a los procedimientos predefinidos. El docente no participa en el hallazgo de los resultados y fomenta la interpretación de las conclusiones con bibliografía del tema.	4. Determinación de densidad de sólidos y líquidos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La práctica es guiada con una pauta concreta, en este caso el manual de laboratorio o protocolo.</li> <li>➤ La manipulación de materiales e instrumentos están definidos por el manual y la explicación del docente.</li> <li>➤ El docente no interviene en el hallazgo de los resultados.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

El docente B realizó cinco prácticas que fueron clasificadas en tres categorías. Dos de las prácticas se clasificaron en actividades de observación y medición, dos más en actividades mixtas de observación- medición y de confirmación-verificación y una práctica corresponde a las actividades mixtas de observación-medición y descubrimiento. En el caso de las prácticas de observación y medición, se muestran que los rasgos son básicos pues se sigue una pauta concreta, se manipulan los materiales y se sigue un procedimiento lo más cercano a lo que se muestra al inicio. Durante las prácticas de laboratorio el docente fomenta una postura rígida y los estudiantes se apegan a ello. Con respecto a las prácticas mixtas de observación-medición y confirmación-verificación, la única diferencia es que se hace explícito que las conclusiones o resultados son orientados con la teoría que maneja el docente y no con la literatura del tema como es observable en la práctica mixta pero con actividades de descubrimiento.

### **4.3 Análisis y discusión: clasificación de las prácticas casos A y B**

En este subapartado se analizan las prácticas de laboratorio de los docentes A y B con base en diferentes autores y se realiza una discusión de los hallazgos encontrados entre las prácticas observadas. El objetivo de este apartado es mostrar un concentrado con la clasificación de las actividades realizadas durante las prácticas de laboratorio por ambos docentes, también analizar y discutir las actividades de las prácticas de laboratorio durante la observación y medición, y la clasificación de las actividades combinadas.

#### **4.3.1 Concentrado de clasificación de las prácticas por ambos docentes**

En los subapartados anteriores se mencionaron las prácticas que realizan los docentes, y considerando la clasificación de actividades realizada por Carmo (2014) se ubicaron de las 10 prácticas de cada docente el tipo de actividad correspondiente a esa clasificación. Para llevar a cabo este procedimiento se utilizó el software *Videograph* con la finalidad de designar los códigos pertinentes para facilitar la clasificación de actividades. El término de “actividades”, tal como lo establece Carmo (2014) se caracteriza por tener aspectos que influyen en el protocolo de la práctica, en el papel del docente y en los estudiantes al realizarlas actividades.

En la tabla 4.5 se presentan las clasificaciones de actividades realizadas por ambos docentes durante el periodo de videograbación. Esta tabla es una guía para el análisis y discusión de las siguientes sesiones:

**Tabla 4.5 Clasificación de las prácticas docentes A y B**

<b>Clasificación (Carmo, 2014)</b>	<b>Docente A</b>	<b>Docente B</b>
Actividades de observación y medición	1. Diferencias entre mezclas y compuestos 2. Diferencias entre mezclas y compuestos 4. Identificación de soluciones simples y doble sustitución	2. Determinación de densidad de sólidos y líquidos. 3. Gravimetría.
Actividades combinadas 1: entre Observación-medición y Confirmación-verificación	3. Propiedades de los lípidos 5. Soluciones molares	1. Determinación de densidad de sólidos y líquidos. 5. Compatibilidad sanguínea
Actividades combinadas 2: entre Observación-medición y Descubrimiento		4. Determinación de densidad de sólidos y líquidos.

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica y clasificación de Carmo (2014).

Derivado de la clasificación de actividades para las prácticas del docente A y B, presentadas en la tabla anterior, se establece que es notorio una mayor variedad de clasificaciones de actividades durante las prácticas por parte del docente B. Además, se logra percibir que en el caso del docente A la mayor parte de sus actividades durante las prácticas se clasifican en actividades de observación y medición, esto quiere decir que las prácticas se encuentran en un segundo nivel de complejidad (Carmo, 2014), asimismo, se da cuenta que la primera clasificación de actividades establecida por Carmo (2014) no se logró identificar en ninguna de las prácticas observadas en ambos casos. En el siguiente apartado se realizará el análisis y la discusión con la finalidad de comparar a cada docente en cuanto a la clasificación de actividades implementadas durante las prácticas de laboratorio.

#### **4.3.2 Actividades de observación y medición**

De acuerdo con lo que se expone en la tabla anterior, del docente A sobresalen mayormente las actividades de observación y medición. Las actividades implementadas correspondientes a esta categoría fueron: 1. Diferenciación entre mezclas y compuestos y esta actividad se vuelve a repetir; e 4. Identificación de soluciones simples y doble sustitución. Del docente B, dos prácticas observadas se ubican en esta clasificación, las actividades fueron: 2. Determinación de densidad de sólidos y líquidos y 3. Gravimetría.

A partir de este planteamiento, se resaltan los rasgos y las características que tiene la clasificación de actividades descritas por Carmo (2014):

Actividades de observación y medición	Realizadas según una pauta concreta, con recurso a instrumentación y según procedimientos predefinidos.	El estudiante desarrolla la práctica tal cual se describe en su manual de laboratorio.	El profesor favorece el que sus estudiantes se apeguen al manual del laboratorio y lleven al pie de la letra todo lo señalado en él.
---------------------------------------	---	--	--

Fuente: Elaboración propia con base en Carmo (2014).

Además de las actividades señaladas con anterioridad para el docente A, se da cuenta que durante las prácticas en el laboratorio se realizó constantemente una explicación de la temática, además se realizaron intervenciones por parte del docente cuando los estudiantes tenían que manipular materiales, haciéndose notoria la intervención del docente porque se abría un espacio para resolver dudas. Otra de las actividades destacadas del docente A es la supervisión del trabajo práctico, puesto que durante la práctica se observa un docente activo y atento a las inquietudes de los estudiantes. Al igual que el docente A, el docente B también se enfoca en la supervisión del trabajo que realizan los estudiantes; los alumnos por su parte enfocan el mayor tiempo de la práctica en la manipulación siguiendo su protocolo.

En cuanto a las actividades que realizan los estudiantes de ambos docentes, se identificó que la mayor parte de las prácticas la emplean para manipular los materiales. Los alumnos realizan el trabajo práctico guiados por el manual de laboratorio y las instrucciones previas que el docente establece. En las sesiones de laboratorio no fue posible establecer ni conocer los resultados o conclusiones a las que llegan al finalizar las prácticas, lo cual sería un tema de interés para posibles investigaciones. Para ambos casos, se visualizó que los estudiantes también realizan actividades de cuestionamiento dirigido al docente acerca del procedimiento de las prácticas o experimentos, asimismo, en algunas prácticas hubo explicación de los pasos a seguir en la práctica entre pares.

De la observación de las prácticas en el laboratorio, destacamos el uso estricto de un manual de laboratorio específico para Química. Este manual está definido por un protocolo que se tiene que seguir para los lineamientos, la manipulación e instrumentación de los materiales. Ambos docentes hicieron hincapié desde el principio de las prácticas del uso de este manual,

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

pues fue una guía tanto para los docentes y como para los alumnos al momento de realizar las prácticas. Ambos docentes hicieron uso del manual como herramienta para dirigir las prácticas y en todo momento se aclararon dudas en cuanto al procedimiento, por lo tanto, se encuentra que hay una semejanza en el uso de manuales durante las prácticas de laboratorio de Química para ambos docentes en los CBTis. De las prácticas observadas, no fue posible presenciar lo que acontece en la clase teórica, ni en las sesiones posteriores a las prácticas de laboratorio, por ello, no hay información relevante respecto a la realización de una retroalimentación de las prácticas, por esta razón, no fue posible clasificar el tipo de actividades en los otros niveles establecidos por Carmo (2014), pues corresponden a la presentación de resultados y conclusiones de las prácticas.

#### *El papel del estudiante*

Debido a la naturaleza del estudio, no se tuvo acceso a la preparación teórica del alumno previo a las prácticas de laboratorio, sin embargo, en las sesiones se observó que al iniciar las prácticas los estudiantes son guiados por los docentes utilizando el manual de laboratorio, herramienta que les permite visualizar las actividades que deberán realizar para ejecutar la práctica de laboratorio. Considerando este planteamiento, se puede señalar que el papel del estudiante en este tipo de prácticas y actividades es de un agente pasivo, ya que su función en la realización de la práctica se sólo seguir el manual de laboratorio al pie de la letra, sin tener la libertad de realizar planteamientos o experimentos propios.

En concordancia con lo que señala Bell (2005) las actividades que los estudiantes realizan en el laboratorio deberían tener un enfoque dominante de andamiaje en su educación científica y la secuencia debe apostarle a la indagación, con la finalidad de que toda actividad promueva la formulación de preguntas de investigación, el diseño y ejecución de experimentos, la recopilación y el análisis de datos, y la construcción de argumentos y conclusiones que fomenten el aprendizaje de los conocimientos científicos.

Otro de los aspectos identificados durante las sesiones de las prácticas en laboratorio observados fue que la participación del estudiante es limitado únicamente a leer el manual de laboratorio, y haciendo referencia a lo establecido por Bell (2005) se establece que en este tipo de prácticas se omiten la mayor parte de los elementos que fomentan el aprendizaje de los conocimientos científicos durante la realización de la práctica. El papel que tiene el estudiante

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

dentro de las prácticas analizadas para este estudio es el de cumplir con lo establecido en el protocolo de práctica y seguir las indicaciones del docente. Por lo tanto, se da cuenta que no fue posible observar una participación activa por parte de los estudiantes para la formulación de preguntas de investigación que den pie a la construcción del conocimiento científico, asimismo, tampoco fue posible observar espacios dentro de las prácticas de laboratorio para crear o construir argumentos científicos de las temáticas aprendidas.

Cabe señalar que el papel que hacen los estudiantes en las prácticas observadas, podría ser parte de la concepción del uso del laboratorio para los siglos XIX y XX, según Lunetta et al. (2007) las prácticas tendrían que ser guiadas totalmente por un manual y se debería seguir las indicaciones establecidas en él, sin embargo, llama la atención que actualmente, considerando los dos casos observados en los laboratorios de CBTis esta concepción se siga repitiendo, a pesar de que hoy en día se cuenta con más tecnologías de la información a la vanguardia, no obstante, esto no pondera que el papel de los estudiantes se modifique, sobre todo para aquellos casos donde se dispone de poco tiempo de ejecución de las prácticas de laboratorio.

Algunos autores han establecido objetivos para el tipo de actividades que pueden desempeñar los estudiantes en los laboratorios, y se establece que existen actividades orientadas a la sensibilización acerca de algunos fenómenos, que si desde la academia de Química quisieran plantearlos, podría ser una buena estrategia sobre todo cuando el nivel educativo o del programa a abordar es básico (Tenreiro y Vieira, 2006 citado en Durango, 2015), además que de acuerdo con los temas planteados en las prácticas podría encajar. Asimismo, Duglio (2007) menciona que la conversación que fomenta este tipo de prácticas solo es una actividad más que los estudiantes realizan en la materia de Química y no se centra en los objetivos que persigue el contenido e interiorización del conocimiento, y se propone llevar a cabo una discusión más científica que permita comprender el fenómeno que se estudia.

En concordancia con Duglio (2007) acerca de los hallazgos cuando se interroga a los alumnos sobre cuáles son las actividades que resultan más atractivas en las clases de Química para ellos, la respuesta constante son: las prácticas de laboratorio. Se podría replantear si las prácticas de laboratorio están cumpliendo con las expectativas que los estudiantes tienen de la actividad experimental para observar o comprender mejor los fenómenos estudiados en las clases de teoría, o bien, si el uso del laboratorio solamente está representando un espacio de

entretenimiento carente de sentido de la ciencia con otra herramienta de obtención de información.

El tipo de relación predominante en el papel del docente hacia el alumno en este tipo de práctica se podría considerar de acuerdo con Duglio (2007) y Cañedo y Cáceres (2008) ya que, el alumno participa de forma pasiva con lo que señala el manual de prácticas y su acción se basa únicamente en lo que se establece en él, en la lectura de inicio donde realizada mediante plenaria (lectura en voz alta), se aclaran dudas mayormente del tipo procedimental cuando se acerca al docente, o cuándo éste supervisa y hace algún señalamiento en su mesa de trabajo.

Por otra parte, de acuerdo con lo que menciona Hernández et al. (2018) del papel del estudiante en la preparación previa de la práctica sería deseable que desarrollaran las siguientes acciones:

- Expresar sus criterios en cuanto a lo que esperan de la práctica de laboratorio (comprensión personal del objetivo).
- Buscar en el folleto electrónico las orientaciones y la tarea experimental.
- Estudiar por la bibliografía orientada
- Preparar la práctica de laboratorio a partir de: familiarizarse con el texto de la tarea (lectura global), comprensión (lectura analítica), interpretación (modelación), propuesta de las vías de solución y formas de procesar la información.
- Solicitar ayuda, si es preciso, a partir de la precisión de determinados aspectos, mediante consulta con el profesor, técnico de laboratorio o estudiantes.
- Presentar su preparación y defender con argumentos su propuesta. (p. 319)

De acuerdo con el registro que se tienen de las prácticas la participación del estudiante, sólo podría tener concordancia con la familiarización del texto de la tarea si se realiza una lectura previa, puesto que dentro del tiempo destinado a la práctica leen globalmente el manual, sin embargo, no se realiza una comprensión analítica de la información leída y el estudiante no se expresa de forma oral sobre la comprensión que tuvo de la práctica o de la teoría. Tampoco se le permite al estudiante crear una interpretación del trabajo que se lleva a cabo en el laboratorio por la poca disponibilidad del tiempo, lo que ocasiona que únicamente se tenga un análisis en el reporte de la práctica.

Se observó que los estudiantes desarrollan las prácticas de manera automática porque conocen el procedimiento y el espacio para leer la información y aclarar dudas está disponible al inicio de las sesiones, aunque, se puede añadir que los estudiantes deben recibir apoyo en la construcción de su conocimiento, su proceso argumentativo y que se tenga el espacio para poder

compartir conjeturas e ideas mal formadas sin temor a un juicio punitivo o al ridículo (Bell, 2005). En las prácticas observadas con el docente A y B se establece que hay una carencia en los estudiantes respecto al acompañamiento constructivo que fomente las habilidades y competencias que se espera tengan y adquieran los estudiantes al momento de desarrollar una práctica de laboratorio.

Algunos tipos de actividades básicas que podrían implementar ambos docentes, podría ser una aportación para los estudiantes como lo son las actividades de reforzamiento de conceptos y para que les permiten validar la información que se ha enseñado previamente en las clases teóricas, y en algunas ocasiones se da por entendido que el estudiante ya conoce (Durango, 2015). Entonces, las actividades de ese nivel además de reforzar conceptos teóricos básicos podrían mejorar el uso de instrumentación en las prácticas de laboratorio, pues en varias ocasiones se ha observado que difícilmente cuentan con esa habilidad en la educación media superior.

#### *El papel del docente*

Respecto al orden que siguen los docentes en las prácticas de laboratorio se establece que los docentes son quienes marcan la pauta del trabajo dentro del laboratorio con ayuda del manual. Se observó que la preparación previa de la práctica por parte de los docentes inicia con la revisión del cumplimiento del reglamento interno del laboratorio y se aseguran de que los estudiantes tengan el equipo de seguridad completo para iniciar la sesión, además es obligatorio llevar el manual de laboratorio, y una diferencia en este proceso es con el docente B, pues solicita un pre-reporte a la entrada de la sesión. Las prácticas observadas se vieron influenciadas con una participación activa por parte del docente, pues es quién realiza la explicación del protocolo para llegar a los resultados esperados, desarrolla los conceptos que van a apoyar la práctica y los que deben ser comprendidos por los estudiantes.

Las sesiones previas a las prácticas de laboratorio, tienen concordancia con la descripción que hacen Hernández et al. (2018), cuando el docente intercambia con los estudiantes contenido procedimental y conceptual mediante preguntas, precisa el objetivo de la práctica, vincula los contenidos con la intención de relacionar la información con la que se usará en el laboratorio, también menciona las dificultades que se presentan en la preparación, condiciones de trabajo en el laboratorio y realiza aclaraciones con respecto a la organización de la actividad.



En estos casos, la confrontación que realiza el docente B al hacer énfasis y llamar la atención de los estudiantes para el tema a abordar, no se realizó como lo establece Duglio (2007), pues él señala que el docente debe fomentar la participación de los estudiantes, para poder hacer una aclaración de algunos errores conceptuales, y reformular el error y potenciar la reconstrucción o construcción del conocimiento. Un ejemplo de esto es la introducción que realizó el docente para el tema de “Densidad”:

*Docente: ¿qué representan esos valores de densidad?, van a representar la cantidad de materia que se contiene en un determinado volumen. Y de ahí nace el concepto de que una cosa es más densa que otra.*

Es evidente el uso de la pregunta retórica para introducir a los estudiantes al tema de la práctica, aunque también podría justificarse por el hecho de que el tiempo que se emplea en una práctica es muy restringido y podría creerse que el uso de este tipo de introducción ahorre tiempo que no se tiene de sobra. Sin embargo, se propone que se organice con anticipación el campo temático a tratar y utilizar una estructura didáctica que viabilice la comprensión del tema por parte de los alumnos, con la finalidad de encontrar un sentido a lo que se llevará a cabo en el laboratorio (Duglio, 2007).

Otro de los aspectos que fue observado en ambos docentes fue la preparación previa de las prácticas, de acuerdo con la descripción que proponen los autores antes mencionados son: la importancia profesional, el vínculo con su vida cotidiana o contexto inmediato y el diseño experimental, durante la primera etapa de una práctica en el laboratorio. El enfoque radica en el caso del docente A que al leer junto con los estudiantes en plenaria el protocolo de investigación deja de lado algunas preguntas de investigación en el que pueda dar el salto de una práctica de observación y medición al siguiente nivel de acuerdo a la clasificación de Carmo (2014).

De acuerdo a lo propuesto por Hernández et al. (2018) las acciones que el docente debe realizar durante la preparación previa son las siguientes:

- Orientar la búsqueda de la tarea experimental y precisiones en el manual de laboratorio.
- Motivar partiendo de la significación práctica y profesional de la práctica (motivación inicial) y a partir de la necesidad de solución de la tarea.

- Orientar hacia el objetivo de la práctica.
- Comprobar la comprensión de las orientaciones dadas.
- Control la preparación previa.

Por la naturaleza al instrumento de la toma de datos, se desconoce las indicaciones previas que se dan en el salón de clase de teoría respecto a las prácticas que se realizarán, por lo tanto, la motivación al realizar la práctica durante la lectura no se vincula con el aspecto profesional o la necesidad de realizar todos los pasos descritos para solucionar o conocer a detalle un fenómeno. La orientación que el docente A hace hacia el objetivo de la práctica, es mencionándolo desde la lectura en plenaria, más no trasciende el objetivo en alguna actividad antes propuesta.

Las acciones que realizan ambos docentes en estas prácticas denominadas de *observación* y *medición*, coinciden con las características de un profesor que realiza este tipo de prácticas de acuerdo a lo señalado por los trabajos de Hernández et al. (2018) y Duglio (2007), estas acciones se dividen en dos tipos:

Control individual: que hace referencia al señalamiento y supervisión que éstos realizan del diseño experimental de la práctica, las habilidades experimentales que deben desarrollar los estudiantes (corrección), procesamiento de la información, disciplina, organización y limpieza de la mesa de trabajo, cumplimiento del protocolo de seguridad y protección, etc.; mismas que se desarrollan durante la práctica analizada.

Por otra parte, también se encargan del intercambio de ideas, con especial enfoque a la atención de dudas y aclaraciones: es aquí donde sus acciones van encaminadas a guiar al estudiante a ejecutar el experimento tal como se ha diseñado, y al procesamiento de la información obtenida, con la finalidad de buscar regularidades y homogeneizar los resultados, de tal forma que les permitan a los estudiantes arribar a conclusiones ya establecidos por él y puedan ser evaluados tal como éste lo señala.

Bell (2005), por ejemplo, señala que desde la preparación inicial el docente está jugando un papel crucial al proporcionar el tiempo destinado para cada actividad que se lleva en el laboratorio y pueda desarrollarse de manera adecuada y equitativa sobre todo para la perspectiva de los estudiantes; el docente debe modelar una interrogación constructiva de ideas que permita

al estudiante refinar sus conocimientos y aprovechar el espacio que anteriormente ya se ha mencionado una gran mayoría de estudiantes siempre prefiere hacer ciencia y aprender de la experimentación.

El reto para un docente que desarrolla una práctica que clasifica en este nivel, es complementar su práctica de tal forma que pueda trascender cognitivamente un peldaño más, sobre todo como lo dice Bell (2005) deben considerar: el lugar de los estudiantes, conocer los procesos cognitivos de la población con la que trabaja, y diseñar estrategias metacognitivas que sean visibles para sus estudiantes a la hora de realizar prácticas de laboratorio.

#### *Protocolo de práctica*

En la categoría de prácticas básicas como se ha mencionado, y como lo establecen algunos autores como Ausubel et al. (1983); Hodson (1994); Kirschner (1992) se considera inadecuado para el aprendizaje de las ciencias, y en particular de la Química, pues se requiere implementar diferentes estrategias como las prácticas de laboratorio para acercar a los estudiantes a la estructura sintáctica de la ciencia. Además, en las investigaciones realizadas por estos autores sobre las prácticas de laboratorio las han denominado como “tipo receta de cocina”, y han recibido muchas críticas, sin embargo, Hodson (1994) las describe como: “epistemológicamente equivocado, psicológicamente erróneo y pedagógicamente impracticable” (p. 302).

Por otra parte, Hernández et al. (2018) justifica que una práctica elemental como las descritas anteriormente, pueden ser significativas cuando el objeto químico que se trata de visualizar en la práctica es sencillo, sin embargo, se debe considerar integrar los aspectos teóricos y procedimentales, además de reproducir un modelo sencillo planteado desde la teoría para que se facilite la comprobación y se cumpla con la interiorización del conocimiento.

El manual de laboratorio que utilizaron los docentes representó una pieza clave para la implementación de las prácticas en el laboratorio, pues se utilizaron en todas las prácticas. Se resalta que encontramos una ventaja en cuanto al manual entre el docente A y el docente B. En el caso del docente B el manual fue diseñado en la academia de Química del plantel, por lo tanto, todos los estudiantes que cursan las materias de Química llevan una práctica guiada y al ser utilizado por otros docentes se realiza una retroalimentación constante, sin embargo, para el caso

del docente A, no se realiza esta retroalimentación pues él tiene la autoría y revisión del manual. Utilizar un manual de laboratorio para guiar el procedimiento, puede ser una estrategia que como dice Duglio (2007) permite realizar demostraciones, con el objetivo de integrar los conceptos básicos de los temas y reforzar las habilidades de medición de los estudiantes.

Los manuales de prácticas de laboratorio deben beneficiar la construcción del conocimiento científico escolar por parte de los estudiantes. Cada actividad propuesta debe estar planeada para aumentar el interés en ellos y poder aprender nuevas conceptualizaciones y/o mejorar aquellas que ya se tenían (Espinosa et al., 2016). Se desconocen los objetivos que se plantean las academias al momento de elaborar un manual de prácticas, o bien, las intenciones que consideró el docente A para elaborar su manual, sin embargo, es importante incluir la cotidianidad de los alumnos en los experimentos para mejorar sus habilidades científicas y esto se traduzca en interiorización del conocimiento.

Espinosa et al. (2016) y Osuna (2007) señalan que para que el aprendizaje sea significativo en un espacio como el laboratorio deben establecerse cuatro condiciones para lograr el cambio conceptual, las cuales son:

1. Es preciso que se produzca insatisfacción con los conceptos existentes
2. Ha de existir una concepción mínimamente inteligible
3. Debe llegar a ser plausible, aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno
4. Ha de ser potencialmente fructífera, dando explicación a las anomalías encontradas y abriendo nuevas áreas de investigación. (Osuna, 2007, p. 21)

Por lo tanto, el protocolo de práctica que se sigue dentro de este espacio debe favorecer estas cuatro condiciones mencionadas para cumplir con los objetivos principales, de enseñar ciencia haciendo ciencia.

#### **4.3.3 Actividades combinadas 1: observación-medición y confirmación-verificación**

Las prácticas de laboratorio que se clasifican en el tipo de actividades combinadas: observación-medición y confirmación-verificación es cuando se da una combinación con el seguimiento de pautas concretas, el manejo de instrumentación de acuerdo a los procedimientos predefinidos, y el establecimiento de los resultados y conclusiones a partir de la explicación del docente, es decir, cumplir con las expectativas que determina. De las sesiones videograbadas y

observadas se consideraron como parte de esta clasificación cuatro prácticas. Las cuatro prácticas corresponden a dos por docente.

En la práctica 3 del docente A les pidió a los estudiantes materiales extras para realizar la práctica y en la práctica 5 al inicio realizó una explicación de contenido previo a la parte procedimental, lo que permitió hacer un repaso de la clase teórica. En la práctica 1 del docente B se realizó con la mitad del grupo de estudiantes de primer semestre que pertenecen a la Carrera Técnica de Mecánica Industrial y la práctica 5 se llevó a cabo con alumnos de tercer semestre de la Carrera Técnica de Laboratorista Clínico. Los estudiantes, en este tipo de prácticas, emplean mayor tiempo para la manipulación de materiales, guiados por el manual de prácticas y la intervención de los docentes es realizada antes y durante el transcurso de la sesión.

De lo anterior se consideró realizar la combinación de dos clasificaciones por que durante las sesiones, además de abordar rasgos elementales de una actividad de observación-medición, también se incluyeron resultados previos guiados por el manual de prácticas y la supervisión del docente, que de acuerdo a las características de las actividades de confirmación-verificación se coincide en la premisa de que los estudiantes:

Deben llegar a la misma conclusión establecida y coincidir con lo visto en la clase teórica del docente; y el docente mantiene una postura rígida en cuanto a la obtención de los resultados que se obtendrán y promueve las conclusiones similares a lo ya dictaminado desde su explicación de la teoría. (Carmo, 2014, p.32).

#### *El papel del estudiante*

En este tipo de prácticas el papel del estudiante se modifica un poco en el sentido que tiene una participación mayor en la manipulación de los materiales, se visualiza una mayor iniciativa, aunque por el tipo de prácticas continúa siendo guiada por un protocolo. Pero en general, los estudiantes muestran un mayor dominio del procedimiento. De acuerdo con lo señalado por Duglio (2007), los estudiantes en este tipo de prácticas muestran un papel más participativo a la hora de manipular el material. Para los fines de los casos prácticos mencionados, el estudiante es capaz de comprender la naturaleza procedimental de la práctica e interactuar con la parte de contenido que se esté trabajando de manera básica.

Estas prácticas realizadas también muestran una mayor consolidación en la modalidad de trabajo en equipo, que si bien, todas las prácticas observadas de ambos docentes se llevan a cabo

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

en esta modalidad, un nivel como este, donde el trabajo está mejor coordinado resulta muy valioso para la formación científica de los estudiantes (Duglio, 2007).

De acuerdo con Carmo (2014), algo fundamental es el cuestionamiento que se hacen los estudiantes después de experimentar fenómenos, y es ahí donde quedaría corta todavía una clasificación como ésta, ya que aún no se despierta la curiosidad sobre lo que pasa y por qué, ya que la práctica está siendo guiada por el manual, y ya se sugiere hacia donde deben perfilar sus hallazgos. Es una buena incitación lo que hacen los estudiantes, al conocer la parte procedimental y el reforzar un poco de la teoría al inicio de la sesión, como fue en estos casos.

No es finalidad del estudio clasificar los fenómenos que se llevaron a cabo en el laboratorio de acuerdo al grado de complejidad, sin embargo, la propuesta planteada en estas dos variantes pareciera coincidir con lo señalado por Carmo (2014), que dice que hay concepciones básicas que pueden ser fácilmente comprobables con la experimentación-verificación y que el procedimiento a seguir resulta unidireccional, que permite ser una vía accesible a una concepción simple pero importante dentro de la materia.

Con base en lo que se llevó a cabo, el rigor y la calidad del trabajo ejecutado por parte de los estudiantes los acercan a los resultados determinados desde la teoría del docente y hasta cierto punto ellos deben ser capaces de que su trabajo coincida con las expectativas que se tienen previstas de la práctica. Al igual que como lo dice Carmo (2014) en una demostración, el procedimiento propuesto tiene el valor de una concreción del contenido a aprender.

Si bien la práctica sigue siendo una clasificación sencilla, dentro de las que se tienen como base, puede una práctica como ésta aportar otros tipos de aprendizajes relacionados directamente con el procedimiento experimental, como por ejemplo los que señala Carmo (2014) la rigurosidad en el modo de llevar a cabo el procedimiento, la lectura de temperaturas, el registro de datos en tablas, la construcción de un gráfico, la organización y participación de cada uno de los integrantes de la mesa de trabajo, entre otros. Podría entonces un tipo de prácticas como éstas contribuir también a la adquisición procedimental que se pretende que los alumnos obtengan y que valen, por sí mismas, tanto como saber el contenido de algún fenómeno.

### *El papel del docente*

Su papel además de ser menos activo, funge más como facilitador y guía del estudiante para las dudas que se vayan presentando en lo procedimental. En estas prácticas, se coincide con lo que menciona Duglio (2007) que su orientación proviene del diálogo, invitando a la participación los alienta a construir la idea que están desarrollando, comprometiéndolos a continuar en la actividad, además de que al inicio de las prácticas se tiene destinado unos minutos para repasar la teoría y tratar de que los estudiantes comprendan el fenómeno a estudiar en el laboratorio.

El énfasis mayor está en ayudar al alumno, proporcionando las condicionantes útiles para que ellos desarrollen las estrategias que entiendan convenientes, aunque sólo encamina por las clasificaciones en la que recae esta categoría a seguir su protocolo y acercarlos a los resultados que se tienen previstos para esta experimentación. De acuerdo con lo señalado por Duglio (2007) “el docente se perfila como potenciador en el desarrollo de los estudiantes como personas autónomas, a través de experiencias educativas de significación personal” (p.81).

Las prácticas analizadas de acuerdo con Espinosa et al. (2016), aun se consideran elementales, ya que el docente es el encargado de realizar el planteamiento del problema, la hipótesis y planifica el experimento que seguirán los estudiantes en el laboratorio. Esta categoría busca que el estudiante asuma un papel más activo en el desarrollo de la práctica a partir de las instrucciones dadas por el docente como a su vez en la capacidad que posee para el buen manejo de los equipos. Es por ello que el docente debe fomentar en los estudiantes la capacidad de análisis del protocolo y de seguir instrucciones, el manejo de los equipos, además de los factores que se han venido analizando tales como el lenguaje que emplea y las conclusiones que elabora, en este caso solo se observan algunos resultados previos que el docente confirma y verifica como parte del acompañamiento que realiza.

Hasta este punto, la participación de los alumnos para la culminación de las prácticas y la obtención de resultados fue óptima, ya que en las videograbaciones y en la tabla de registro de los anexos, se pueden observar resultados previos, que a diferencia de las anteriores no se mencionaban ni siquiera una aproximación. Quizá la duda sería si los estudiantes continuarían motivados y terminarían a tiempo la actividad si se aumentara el nivel de exigencia, es decir, si se aplicara otro nivel de clasificación.

Al igual que el experimento que realizaron Espinosa et al. (2016), fue un desafío para los estudiantes, pero también para el docente asumir distintas posturas dependiendo de la clasificación del tipo de práctica a realizar. En estos casos, no se visualiza dificultad para llegar a los resultados, además que el tipo de práctica estaba guiada por el protocolo y el acompañamiento en todo momento de los docentes cuando se le indicaba o en momentos específicos de la práctica.

Cabe señalar que la práctica 5 del docente B, emplea tiempo de su práctica para explicar contenido, y también en los registros en el software *Videograph* se muestra actividad por parte de los estudiantes al cuestionar contenido y procedimiento al docente, el mayor tiempo registrado de esto fue de 7:15 minutos, y la interacción que realiza el docente, tiene relación con los resultados que se obtuvieron, pero también con el contenido de la práctica.

#### *Protocolo de práctica*

En esta clasificación el papel del protocolo de práctica no varía al de las anteriores, debido a que se usa un mismo formato, la diferencia radica en el papel que asumen los estudiantes y el docente a la hora de ejecutar el procedimiento señalado.

Pero en general, de acuerdo con lo mencionado por Duglio (2007), los protocolos que se organizan para las sesiones de laboratorio deben partir de la evidencia empírica, permitiendo que los estudiantes se desenvuelvan en estrategias cognitivas significativas.

El protocolo tratándose de un proceso cognitivo básico como es el de conocer y ejecutar procedimientos (Espinosa et al., 2016), debe abordar niveles básicos de lenguaje científico que los estudiantes puedan utilizar como vías de comunicación, discusión y argumentación de sus resultados.

No se observan las retroalimentaciones que se hacen a los trabajos que desempeñan los estudiantes en el laboratorio, pero el protocolo debe fungir como una guía de análisis de lo que se señala a realizar desde el procedimiento e ir despertando en los estudiantes su habilidad de observación de los pequeños detalles de los experimentos que se realizan, hasta llegar al análisis de situaciones hipotéticas de aplicación y resolución (Duglio, 2007).



#### 4.3.4 Actividades combinadas 2: observación-medición y descubrimiento

La clasificación que considera dos actividades de acuerdo a lo propuesto por Carmo (2014) y a diferencia del docente A, el docente B tiene una práctica que se añade a esta combinación. La práctica es la 4: determinación de densidad de sólidos y líquidos, realizada con estudiantes de primer semestre de la carrera técnica de laboratorista clínico.

Esta actividad se caracteriza por seguir la pauta determinada por el protocolo, los procedimientos que se deben seguir; pero a diferencia de las anteriores el docente no participa en el hallazgo de los resultados y fomenta la interpretación de las conclusiones con bibliografía del tema.

En la información presentada por el programa *Videograph* (Ver anexo D), se muestra que el docente realiza con mayor duración la supervisión del trabajo que realizan los estudiantes y esto va en concordancia la explicación del procedimiento; en esta práctica no hubo una explicación inicial, sólo aclaración de dudas referentes a lo que los estudiantes ya habían leído de ésta. La intervención que hace el docente en la práctica además de supervisión y explicación, también es que aborda la parte conceptual de la práctica con sus estudiantes.

Al igual que las prácticas anteriores el mayor uso del tiempo que emplean los estudiantes es para manipular los materiales que rigen la práctica, y esto con ayuda del escrito procedimental y diagrama de flujo que permite que ellos desarrollen la actividad experimental. Asimismo, son ayudados por el docente que resuelve dudas de tipo procedimental durante el transcurso de la práctica.

Con base en lo obtenido de la práctica y el desarrollo de ésta, es posible clasificarse de acuerdo a la adaptación de Carmo (2014), como una práctica combinada entre observación y medición, por las características que tienen los estudiantes de guiarse tal cuál se describe en su manual de laboratorio o procedimientos, pero también, por los rasgos de una clasificación de descubrimiento, ya que el docente “define el procedimiento de la práctica, y no participa en el hallazgo de los resultados” (p.32); por ejemplo, el docente no interviene en los resultados, si no que incita a los estudiantes a través del hecho verbal que lleven a cabo una comparación de los mismos con base en la teoría que ellos realizan en la experimentación. Si bien, el tiempo designado a la práctica no fue suficiente para obtener resultados, sí hay indicaciones explícitas del contraste que los alumnos deberán realizar y donde el docente mantiene su distancia.

### *El papel del estudiante*

Recordando lo citado anteriormente por Durango (2015), las prácticas además de permitir el desarrollo de habilidades motrices en los estudiantes, también se deben fomentar las habilidades cognitivas, porque el objetivo es que ellos se acerquen de manera más efectiva a la construcción de su propio conocimiento. En esta práctica, fue visible un pequeño salto a lo que se hacía en las otras prácticas, ya que aquí sí se contrasta con otras fuentes lo que se obtiene en el laboratorio y esto va a permitir que los estudiantes salgan de su zona de confort que caracterizaba las clasificaciones anteriores.

Una de las características que se busca en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, es despertar la curiosidad de los estudiantes hacia diferentes fenómenos de la naturaleza. Y en esta práctica es posible identificar la actividad de descubrimiento, que es un nivel superior a los descritos anteriormente, de acuerdo con Carmo (2014), se sigue una práctica definida, cuyos resultados permiten inferir el conocimiento pretendido. Una modificación al enfoque tradicional o de tipo de recetas de cocina, puede mejorar el papel que desempeña el estudiante en el laboratorio, ya que pasa de ser pasivo a un papel más activo y eso puede influir en la actitud que tiene ante el procedimiento dado. El contrastar lo obtenido sin ninguna pauta determinada por el docente permite que el alumno pueda cambiar su concepción de resultados “correctos” y abrir su imaginación, creatividad y otras habilidades que hacen valioso el quehacer científico (Durango, 2015; Flores et al., 2009).

Además, se ha demostrado en los trabajos de varios autores (Durango, 2015; Flores et al., 2009; Hofstein y Lunetta, 2003) que cuando los estudiantes se les demanda habilidades cognitivas que no dependen de enfoques tradicionales como el clásico de receta de cocina, pueden tener una mejora en su aprendizaje, y este desafío de no determinar los resultados de esta práctica contribuye a lo antes mencionado. No es finalidad del estudio hacer comparaciones entre los estudiantes que participan, pero queda la duda plasmada sobre esta investigación para en un segundo momento hacer una comparación y corroborar lo antes descrito.

Hofstein y Lunetta (2003) sostienen que muchas veces la percepción que tienen los estudiantes sobre los objetivos que se tienen en el laboratorio se reducen a seguir las instrucciones que dice su protocolo o señala el docente al inicio de la sesión y/o que sepan

manipular los equipos y hacer mediciones correctas, pero se no perciben los propósitos conceptuales o de procedimientos más específicos para el tipo de práctica que se lleve a cabo.

Si una práctica cómo esta permite que los estudiantes se planteen preguntas de investigación o sintonicen aquello que vieron en teoría, podría sumar una práctica como está a una actividad de comprobación que como dice Durango (2015) es para aprender conceptos, y estos son llevados a cabo cuando la actividad que realizan los estudiantes los van guiando hasta la obtención de resultados que son desconocidos para ellos.

### *El papel del docente*

En esta práctica el docente no interviene en el hallazgo de los resultados y además incita a los estudiantes a comparar sus resultados con la teoría, como lo muestra Kirschner (1992) éste debe fomentar el pensamiento científico en su práctica; así como la habilidad para que los estudiantes resuelvan problemas, comprendan los métodos experimentales, organizan e interpretar datos, comprendan la relación datos con la solución del problema; hasta este punto esta modificación que hace el docente permite contribuir en algunos puntos antes mencionados.

Existen diversas razones que tienen los docentes acerca de llevar a sus estudiantes al laboratorio, en este caso la práctica vista concuerda con la opinión del docente acerca de su objetivo, en entrevista señala lo siguiente:

*Docente: Reforzar la comprensión del tema, que el muchacho refuerce lo visto, porque muchas veces los muchachos viendo los conceptos teóricos solo usan la memoria, pero es diferente cuando asocias la memoria con una vivencia; ya cuando tienes una vivencia eso te genera sensaciones y estas sensaciones quedan plasmadas en el estudiante de manera más fuerte que simplemente platicado o visto en un vídeo. La experiencia es lo que les permite a los muchachos recordar las concepciones.*

De acuerdo con un estudio que cita Hodson (1994) existen diversos motivos que tienen los docentes entre ellos están:

para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión; para enseñar las técnicas de laboratorio; para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos; para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización; así como para desarrollar determinadas “actitudes científicas”, tales como la consideración con las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados. (p.300)

Con base en lo que el docente señala de su práctica y lo compartido en la entrevista, tiene claro su papel en el laboratorio, sin embargo, tal como lo comenta es la dosificación y los programas de estudio lo que puede alejar en este caso a llevar a cabo prácticas que permitan que los estudiantes refuercen lo visto, y puedan comprender la ciencia haciendo ciencia.

Investigador: ¿hasta qué punto considera usted que las prácticas de laboratorio pueden o no obstaculizar el aprendizaje de la Química?

Docente: *sinceramente considero que no lo pueden obstaculizar de hecho es un apoyo y refuerzo, en el sistema actual que tenemos puede llegar a ser un obstáculo debido a la gran cantidad de contenido que uno tiene que abordar y el tiempo es limitado. Y el tiempo es tan limitado, que muchos maestros prefieren no entrar al laboratorio, contando con instalaciones e insumos por simplemente terminar el mundo de contenidos que la secretaría de educación pública designa que tenemos que ver.*

En este caso, de acuerdo a los niveles que pueden caracterizar una práctica basada en la investigación Zion y Sadeh (2007) muestran tres rutas en los que los docentes pueden encausar su práctica, una de ellas es de manera estructurada: en la que el docente estructura el problema y los procesos que se llevan a cabo, y de acuerdo a lo observado esta ruta es aplicada por el participante. Otra de estas es la consulta guiada: donde el profesor hace la pregunta y los alumnos construyen el proceso de solución; este caso el docente hace una pregunta y cuestiona a los estudiantes, sin embargo, el proceso ya está determinado desde el protocolo de prácticas. Y, por último, la ruta en la que se espera que se lleve a cabo es la abierta: donde los estudiantes determinan los problemas en el contexto dado y tratan de resolverlos.

La intencionalidad del docente respecto al uso que se le da al laboratorio es destacable, ya que en sus resultados se pueden observar estos propósitos claros que se tiene. Ya que como anteriormente se ha dicho el tiempo que se dispone para realizar una práctica es bastante reducido pese a que en este caso hay apoyo de personal, guías determinadas de la academia e insumos suficientes para llevar a cabo las prácticas propuestas, este docente cuenta con mayor variedad de prácticas, aunque puede considerarse también un mayor desempeño al menos oralmente cuando trabaja con carreras técnicas de laboratoristas clínicos y las demás.

Ejemplo de comentarios realizados cuando trabaja con laboratoristas clínicos:

Docente B: *“Me gustan los grupos de laboratorio porque trabajan ellos solos”*

No es objetivo de este estudio hacer hincapié en la percepción del docente respecto a los grupos de estudiantes con los que lleva a cabo sus prácticas, pero podría quedar la interrogante si la especialidad que llevan los estudiantes en bachilleratos tecnológicos influye en el trabajo que desarrollan en los laboratorios de Química.

Ejemplo de comentarios con estudiantes de la carrera técnica construcción:

Docente B: *“A ustedes no les gusta el laboratorio porque son de construcción, les gusta la obra, el cemento, el polvo, los planos y todo eso, pero tienen que llevar materias básicas”*

En estos casos observados del docente B, solo dos grupos pertenecieron a carreras técnicas de laboratoristas clínicos, y ambas prácticas clasificaron en los dos niveles más altos encontrados en la tipificación de las prácticas. Queda como antecedente este registro para futuras líneas de investigación de este tipo de bachilleratos.

En general, las prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio de los casos A y B son similares en cuanto al orden de la práctica que siguen, aunque el docente A, su clasificación es de nivel más sencillo de elaboración de práctica, sin embargo, hay que considerar que aunado a la limitación del tiempo que ambos tienen, este caso no posee personal de apoyo para la preparación del material del laboratorio previo a la práctica. En el caso B, el desarrollo de sus prácticas cae en distintas categorías, es decir, hay más variedad en sus prácticas, aunque existe la posibilidad de una influencia por el tipo de carrera técnica que esté desempeñando la práctica de laboratorio.

En suma, las prácticas de laboratorio que fueron observadas en este estudio indican por un lado que predominan las prácticas tradicionales como las de observación y medición, catalogadas también como receta de cocina, en la que los estudiantes solo son inducidos a seguir su protocolo y no hay una reflexión ni iniciativa propia sobre el quehacer científico, ya que solo se automatiza el hacer ciencia basado en un caminar seguro y sin alteraciones. No obstante, también se encontró evidencia de que los docentes que se observaron, en distinto grado, buscan que las prácticas vayan más allá como es el caso del docente B, en el que se destacan algunas de sus prácticas como combinadas y favorecen otro tipo de objetivos más favorables para la

interiorización del conocimiento, así como el contraste de hipótesis con la teoría que los mismos estudiantes deben justificar en sus resultados.



## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

En este último capítulo se presentan las conclusiones y las reflexiones que derivan de los capítulos anteriores de esta investigación. En particular, se habla de los hallazgos que contestan la pregunta de investigación que orientó el estudio, así como una mención sobre el logro de los objetivos programados. Esto es, con fundamento en un análisis de la literatura de investigación disponible y en la obtención de evidencia empírica organizada, analizada e interpretada, ha sido posible realizar una descripción del tipo de prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio de Química de dos bachilleratos tecnológicos del estado de Aguascalientes.

Este capítulo se organiza de la siguiente manera: un apartado de hallazgos para dar respuesta a la pregunta y objetivos de la investigación; en un segundo apartado se habla de los alcances de esta investigación, que por su naturaleza metodológica aporta cierto conocimiento sobre el objeto de estudio que al mismo tiempo sugiere caminos de futuros de indagación. Por ello, en un tercer apartado, se plantean futuros estudios en la línea de investigación y aplicación de conocimiento en el ámbito de las ciencias experimentales. Y, por último, se presentan algunas reflexiones finales basadas en la experiencia profesional de quién esto escribe, así como de ciertas semblanzas que pueden aportar al quehacer de la ciencia.

### 5.1 Hallazgos de la investigación

El análisis de los datos descritos anteriormente, contesta la pregunta de investigación que consistió en realizar una indagación que permitiera caracterizar el tipo de prácticas que realizan en el laboratorio de Química de dos CBTis del estado de Aguascalientes. El análisis determinó que en su mayoría el tipo de prácticas que realizan los docentes que participaron en el estudio de acuerdo con la adaptación de Carmo (2014), pueden clasificarse dentro de un modelo de actividades denominado *observación y medición*, también conocidas como *tipo receta de cocina*.

Este tipo de prácticas se caracterizaron por confirmar algo ya visto en una lección de teoría; se pide a los estudiantes que sigan una serie de procedimientos tipo receta para llegar a una conclusión predeterminada con base en su protocolo de práctica. Se percibe el laboratorio como el lugar donde se hacen cosas, pero no se comunica a los estudiantes el significado de lo que se hace, al menos en las prácticas que clasificaron en este tipo, hay elementos que sí se comunicaron en ellas y que fueron aspectos del procedimiento.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Este tipo de prácticas, descritos anteriormente con la literatura, reiteradamente son criticadas por no favorecer una enseñanza real de las ciencias a la hora de experimentar, ya que la demanda cognitiva tiende a ser muy baja en el planteamiento que se hace de su uso, además que también perjudican el proceso de enseñanza y aprendizaje con este tipo de estrategias en el laboratorio.

Algunas de las graves consecuencias de favorecer este tipo de prácticas, es que la experimentación sirve para obtener un producto esperado desde la teoría del docente o bien desde el planteamiento que describe su manual de prácticas y esto descarta otras situaciones que pueden ocurrir cuando se hace ciencia, como la preparación previa de una práctica, la revisión teórica que existe, los errores que se pueden cometer en el desarrollo de ésta. Además de que cuando alguien controla la práctica se vuelve un ambiente desperdiciado del quehacer esencial de la investigación científica y el desarrollo cognitivo en el alumnado.

Los docentes, cuyas prácticas fueron observadas, muestran en el trabajo que desempeñan y así como lo que compartieron en las entrevistas que sí cuentan con una intencionalidad al llevar a los estudiantes al laboratorio. En el caso del docente A, no hay un señalamiento de llevar a los estudiantes al laboratorio desde su academia de ciencias experimentales del plantel, ni tampoco hay una línea definida sobre cómo, cuándo y qué tipo de prácticas se deben de realizar, sin embargo, el docente tiene la finalidad al igual que el docente B de que sus estudiantes conozcan al menos un poco lo que es la Química desde la práctica en el laboratorio escolar.

No obstante, además de la intencionalidad no demeritada hacia los docentes que participaron en el estudio, hay que recordar que varios autores, antes citados, concuerdan que el trabajo que se lleva en el laboratorio es una forma de hacer ciencia, pero que no sólo por el hecho de estar en un laboratorio e interactuar con los materiales y los reactivos ya se hace ciencia. Hacer ciencia y hallar esa relación entre la teoría y la práctica implica que las actividades que se lleven a cabo en el laboratorio permitan el desarrollo cognitivo de los estudiantes para producir conocimientos nuevos y/o mejorar lo que ya conocen desde sus clases teóricas.

Ambos docentes coinciden en que al realizar una práctica en el laboratorio los estudiantes pueden confirmar algo que han visto en su clase de teoría, sin embargo, una práctica es más que una sola confirmación, el laboratorio es un espacio fundamental en la enseñanza y aprendizaje de la Química, este espacio puede ser mejor aprovechado en fomentar la reflexión del trabajo



que se lleva a cabo, los docentes pueden guiar a que sus estudiantes diseñen y hagan propuestas de actividades de investigación científica, generando una nueva oportunidad de aprender ciencia más allá de la confirmación de la teoría.

Es un gran reto para la propia enseñanza por ser una actividad práctica que muchas veces es vista como una actividad más que se lleva a cabo dentro de la asignatura de Química, con todo, es una oportunidad para los docentes actualizar sus conocimientos prácticos en el laboratorio. Si se hace una actualización y revisión de otras propuestas de enseñanza del laboratorio, ambos docentes serán capaces de enriquecer su propia estrategia de enseñanza y podrán crear redes de intercambio y socialización de las diferentes propuestas a las que conocen. La capacidad que muestran ambos docentes a la recepción de conocimientos sobre el tema, ha sido favorable y se considera que pueden destacar aún más aquellos atributos positivos observados.

Una de las problemáticas vistas en las prácticas analizadas y en concordancia con lo que mencionan los docentes, fue la cuestión del tiempo destinado a la ejecución de las prácticas, ya que este es reducido, el tiempo real es de aproximadamente 40 minutos. Las habilidades que se demandan en una práctica de laboratorio de mayor demanda cognitiva también implican mayor tiempo de ejecución, sin embargo, esto puede ser uno de los factores en que ambos docentes destaquen en prácticas tipo receta porque la disposición es limitada y el grado de exigencia a los estudiantes ha sido acorde al tiempo que se destina para las prácticas. Un aspecto positivo de lo observado, es que no se les dan los resultados que tienen que obtener al finalizar la práctica y eso permite que puedan tener material de discusión en su sesión de análisis de los resultados obtenidos.

El abordaje de las prácticas desde una *estrategia de receta* impide que el estudiante reflexione, discuta con sus compañeros y docente sus vivencias e intereses durante el desarrollo de la práctica, ya que él solo entiende aquello que ha podido construir desde la experiencia. Dentro del laboratorio los estudiantes proceden a manipular aparatos sin tener un propósito claro al menos en lo que explícitamente comentan o se abstienen de preguntar en la lectura del procedimiento, sin embargo, hay algunos estudiantes que entienden el propósito de la práctica, pero resulta interesante que las preguntas que realizan hacia el docente se enfocan más hacia la

obtención de resultados válidos de acuerdo a la instrucción docente que en lugar de contrastar teoría que se supone es objetivo para el trabajo experimental en voz de los docentes.

El análisis presentado muestra una mayor participación del docente en el desempeño de la práctica, los alumnos solamente se rigen por lo que establece su manual de prácticas y la supervisión que el docente hace durante el desarrollo de ésta. Sin embargo, dadas las circunstancias que se tiene en la limitación del tiempo una práctica como ésta al menos cumple con ser útil para que los estudiantes aprendan a seguir instrucciones, su manual es sistemático, desarrollan habilidades y destrezas técnicas de ejecución, aunque no se debe sobrevalorar en cuanto a su alcance didáctico.

De acuerdo con el objetivo de caracterizar a los laboratorios de Química que participaron en este estudio en cuanto a los recursos humanos, materiales e infraestructura física y tecnológica. Se obtuvo información acerca de que de los 11 planteles del sistema DGETI en el estado de Aguascalientes, solo dos tienen prácticas de laboratorio establecidas desde la academia, y en el caso del plantel donde labora el docente A, los profesores llevan a sus alumnos sin una pauta establecida. Los materiales e infraestructura para que estos laboratorios funcionen son suficientes para la cantidad de alumnos que cursan las materias de Química. Sin embargo, en el caso del plantel A no se cuenta con apoyo adicional al docente para llevar a cabo las prácticas, lo que añade otro obstáculo más al docente además del tiempo limitado.

Las actividades prácticas que se llevan a cabo en el laboratorio tienen una necesidad grande de modificarse para poder ofrecer experiencias significativas sobre el quehacer científico a los estudiantes, así como una propuesta llamativa para perfilarlos a las vocaciones científicas. Los contextos escolares sin duda pueden ser barreras para reconstruir las prácticas que se vienen realizando desde la incorporación de los laboratorios a los planteles. No obstante, la comprensión de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias actual, basada en la actividad práctica que se lleva a cabo en el laboratorio, exige un esfuerzo grande para entender el fenómeno y la experiencia vivencial que tienen lugar en este espacio.

La labor educativa en todas sus variantes necesita de un replanteamiento del enfoque, metodología, estrategia didáctica, rol del docente y visión escolar. Algunos docentes, como fueron los participantes en este estudio, expresaron su interés de mejorar su práctica educativa y

esto es posible cuando se permita poner énfasis en algunos elementos integradores como los aspectos curriculares, pedagógicos, técnicos, éticos y políticos.

## 5.2 Alcances y limitaciones

A lo largo de esta investigación, se tuvieron que enfrentar algunas limitaciones que dificultaron su desarrollo en ciertos momentos. Una de estos fue en la revisión de la literatura; los estudios que se tienen de las prácticas de laboratorio de Química en educación media superior en México son escasos. Existe literatura, no en abundancia, pero en general fue más posible encontrar estudios en otro tipo educativo como lo fue en el de educación básica y en educación superior, en particular en las áreas de ingenierías y licenciaturas en biología y Química. Al no tener referencias nacionales en relación al tema de investigación, se podría juzgar como una limitación en la construcción del objeto de estudio, ya que ésta sólo fue posible hacerla con literatura externa y justificarla al contexto en el que se desarrolló este trabajo.

Por otra parte, dentro de las limitaciones que más se presentaron fueron en el trabajo de campo. La intención original de la investigación fue que participaran más docentes de cada plantel que realizaban prácticas. Sin embargo, al plantear que la participación era voluntaria, nos enfrentamos a poca respuesta por parte de los docentes que laboran en estas instituciones. El trabajo de convencimiento fue muy arduo para el investigador, ya que el concepto de “observación de prácticas de laboratorio” generó mucha desconfianza por parte de los docentes. Se explicó a cada docente que se invitó a participar, que sus sesiones de laboratorio serían video grabadas con la finalidad de recabar datos descriptivos del trabajo que realizan, y además de tener la evidencia para poder regresar a ese momento y aclarar dudas al investigador, confirmar datos y recabar nuevos de ser necesario.

Pese a que firmaron y leyeron el consentimiento informado, y se enfatizó el aspecto ético de confidencialidad de la información, uno de los docentes mostró mucha preocupación sobre que existiera evidencia de su práctica y fuera juzgado o calificado de forma no favorable. También durante las sesiones que permitió ser grabado este docente, pidió de manera explícita que no fueran proyectadas en ningún momento con grupos de investigadores o para la realización de la titulación de este trabajo. Hubo también dos sesiones de prácticas que fueron grabadas parcialmente porque el docente pidió que se dejara de grabar y ya no se observara su práctica

porque no había salido como esperaba. Entonces, básicamente el proceso de recolección de datos fue arduo y difícil, debido a la desconfianza y poca participación de los docentes que llevan a cabo prácticas en el sistema seleccionado, y también por el reducido número de prácticas que realizan al semestre.

Desde la perspectiva metodológica solo fue posible visualizar el laboratorio desde una óptica totalmente descriptiva, sin embargo, es necesario también que se puedan sumar estudios similares, para generalizar algunos aspectos observados en las prácticas, y que se muestren patrones de ambientes reales y formativos que están presentes en la educación media superior.

No obstante, no se demerita el trabajo realizado, ya que con los alcances del estudio es posible afirmar que esta investigación contribuyó al campo de estudio de las ciencias experimentales, en particular a las prácticas de laboratorio de Química en México. A nivel local es un estudio inicial de este nivel educativo, y también contribuye a que a partir de lo planteado puedan surgir nuevas investigaciones que enriquezcan la información obtenida.

Además de la aportación al conocimiento de las prácticas en el laboratorio de Química, este estudio también aporta una lista de cotejo de infraestructura y equipamiento de los laboratorios que en este caso, permitió registrar los insumos con los que se cuenta. Por último, el uso del software *Videograph* que resultó novedoso para la observación y categorización de las prácticas videogradas, facilitó el propósito de su caracterización, de tal forma que contribuyó al vaciado, procesado y análisis de la información obtenida.

### **5.3 Algunas futuras líneas de investigación y de aplicación al campo de las ciencias experimentales**

El análisis y discusión de los resultados obtenidos, indican que el tipo de prácticas llevadas en el laboratorio por ambos docentes pueden clasificarse en algunos casos en categorías distintas. Con respecto a estas variantes en las clasificaciones, sería preciso destacar los aspectos que intervienen en esas variaciones. Además, durante el desarrollo de esta investigación se reflexionaron las necesidades cognoscitivas más importantes para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias experimentales, en particular de la Química.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

A continuación, se presentan algunas temáticas y sugerencias para futuras líneas de investigación o aplicación al campo de las ciencias experimentales. No se trata de una lista exhaustiva, sino de aquellos temas que de alguna manera surgieron de la presente investigación.

- Los procesos formativos del docente que imparte la materia de laboratorio de Química

En el proceso del análisis de la información, así como lo experimentado en el trabajo de campo se llegó a la conclusión que se necesita indagar acerca de los procesos formativos de los docentes que imparten las materias de Química y realizan las prácticas de laboratorio, para conocer las relaciones que se establecen entre sujetos, escenarios, saberes y prácticas de enseñanza y aprendizaje. Además, que esto puede permitir hacer ajustes de mejora y garantizar la apropiación a un tipo de prácticas que favorezcan los aprendizajes significativos.

- Las actitudes de los estudiantes hacia las prácticas de laboratorio

Existen diversos estudios que han mostrado las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia. La propuesta derivada de este trabajo, es ver cómo están las actitudes hacia las prácticas del laboratorio por parte del alumnado y si esto tiene una influencia sobre su aprendizaje de la Química, vocaciones científicas, relación al trabajo más cercano tal como lo hace los científicos.

- La influencia de las carreras técnicas en la ejecución de las prácticas de laboratorio

En esta investigación se tuvo la participación de diferentes grupos de alumnos, los cuáles fueron observados para ambos casos. Algo que sí fue influyente y al menos se pudo registrar, fue que las categorías más altas de demanda cognitiva de prácticas estuvieron encabezadas por los grupos que su carrera técnica es laboratorista clínico.

Con estos datos obtenidos, se deja el espacio para preguntarse si los bachilleratos tecnológicos dan un mayor énfasis a las carreras del área químico-biológico a la hora de llevarlos al laboratorio, o, si la relación que existe es porque en sus horas de carrera técnica los estudiantes interactúan en el laboratorio y se desenvuelven con mayor naturalidad en este espacio.

- Relación entre el tipo de prácticas de laboratorio de Química, el aprendizaje y las actitudes hacia ésta

Este planteamiento surge a partir de un interés del investigador sobre conocer las actitudes hacia el laboratorio, aunque también es un reto fundamental del desarrollo de un espíritu científico en los estudiantes a la hora de realizar las prácticas de laboratorio. Para esto, esta propuesta contempla si el tipo de prácticas que desempeñan en el laboratorio, influye en su aprendizaje de la materia de Química y en su actitud hacia esta como asignatura y al laboratorio.

En general, el resultado obtenido del trabajo de investigación deja la reflexión acerca del propósito y visión que tienen los bachilleratos tecnológicos en fomentar el uso del laboratorio; este tipo de escuelas se han caracterizado por impulsar a los jóvenes a áreas científicas, y materias experimentales como el caso de la Química es fomentada desde sus carretas técnicas de estos bachilleratos.

Se debe cuestionar si este tipo de prácticas que se llevan a cabo tiene tal grado de exigencia, con respecto a los propósitos de estas instituciones. El uso del laboratorio para desarrollar el trabajo práctico y experimental, hace necesarios programas de apoyo para el desarrollo curricular, producción de materiales y experimentación en la clase, como una colaboración o asociación entre instituciones, centros de investigación en educación y formación, instituciones de investigación en ciencia y tecnología.

Lo anterior, es una antesala a una numerosa cantidad de variantes que pueden surgir y contribuir para conocer el espacio que por muchos es señalado como un sitio donde se promueven los objetivos centrales de la educación científica, así como la oportunidad de acortar la distancia de la ciencia de los “científicos” para hacerla real en su contexto más cercano.

#### **5.4 Reflexiones finales: basadas en una experiencia profesional y estudiantil**

Todo trabajo de investigación nace de un particular interés del investigador respecto a un fenómeno o suceso, que despierta en éste su curiosidad y le permite iniciar el metódico y sistemático recorrido científico, como es el caso de quien esto escribe. Este trabajo nació en la reflexión de un docente que ha tenido una trayectoria escolar en la que los fenómenos que hay a su alrededor, siempre los ha cuestionado y se ha topado con diferentes estrategias de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales. Todo lo anterior ha determinado su profesión, vocación y área laboral para desempeñarse.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

Quién esto escribe tuvo la oportunidad de cursar sus estudios formativos en escuelas públicas. Durante el trayecto escolar a la educación superior, hubo distintos docentes que dejaron huella en lo que ahora como docente desempeña.

Particularmente en el área de las ciencias experimentales, siempre hubo interés por profundizar los temas que eran más llamativos y cuestionables en casa a través de las enciclopedias que contaba. Esta situación ayudó a que la comprensión de algunos conceptos básicos fuera más sustanciales a la hora de resolver dudas que el mismo se cuestionaba y que por la cantidad excesiva de alumnos y la falta de tiempo para tener un espacio de diálogo científico no era posible en el ámbito escolar.

Tal como lo revisado en el capítulo de marco de teoría hay diferentes tipos de enseñanza que promueven varias competencias científicas, pero una en particular que se busca es la tendencia a la acción. El recorrido en mi caminar académico, fue toda la teoría hasta donde mis profesores pudieron aportar. Se desconoció totalmente el trabajo práctico que se desarrolla en el laboratorio, por distintas razones. Entre algunas por mencionar, no se contaba con el inmueble para llevarlas a cabo, en algunas otras sí había el espacio, pero no se tenía equipado, y tampoco había intención en los docentes de desempeñar alguna práctica casera en el salón de clase.

Las prácticas en el laboratorio que conocí a nivel licenciatura, donde cursé las materias de Química, para la comprensión de aspectos básicos de la profesión elegida que fue la carrera de Nutrición. Hasta ese momento realmente hubo una sintonía con lo que mencionaba la literatura que efectivamente es ese lugar donde se pueden fomentar *habilidades científicas tales como la formulación de preguntas, el diseño de una experiencia, la imaginación de un modelo o la construcción de un consenso de interpretación de los datos obtenidos* (Crisafulli y Villalba, 2013)

El llevar a cabo distintas prácticas de laboratorio permitieron que quién esto escribe tuviera una interiorización del conocimiento mayor que cuando no se realizaban. El tipo de prácticas que se llevaban a cabo quizá fueron similares a las que los docentes observados realizaban, con algunas variaciones, pero aun en su tipificación más sencilla, hay algunas habilidades científicas que el laboratorio puede influir y destacar, como son la manipulación de materiales, el conocimiento real de los reactivos y productos, el acercamiento a un área totalmente científica, seguimiento instruccional basado en el método científico, conversaciones

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

y reflexiones durante y posteriores a la práctica, aunque sólo hayan sido basada en la solicitud del manual de laboratorio el trabajo que se lleva en equipo permite este tipo de diálogos.

Dentro de la reflexión abordada desde el punto de vista como estudiante, podría añadir que el uso del laboratorio permitió el gusto por las áreas de ciencias experimentales. Hay comentarios positivos desde el acercamiento al trabajo experimental hasta la parte propia de la interiorización del conocimiento que puede influir las actividades prácticas. Sin embargo, considero que también existen dificultades para llevar a cabo este trabajo cuando no se tiene ninguna base previa y para estudiantes con un desempeño escolar deficiente, desde la investigación educativa sería cuestionable el ¿cómo enfrentan este tipo de estudiantes, y los que se adaptan y tienen mayor iniciativa a las dificultades que resultan del trabajo experimental? Aunado a esto podría derivarse también la interrogante: ¿cuál es la naturaleza de esas dificultades y cómo ellas influyen la forma por la cual los estudiantes aprenden?

Desde el punto de vista profesional y estando ahora dentro del campo docente, considero que el cuerpo docente de las materias experimentales muchas veces tiene intencionalidad en su pedagogía, pero asimismo hay un desconocimiento de esta clase de evidencia científica que puede contribuir a una mejora de la práctica docente. La ausente oportunidad de reflexión sobre cómo son realizadas las prácticas de laboratorio dentro del mismo centro de trabajo o subsistema, generan escasas condiciones de acción para brindar oportunidades de mejora en el desempeño académico de los estudiantes.

Cabría explorar, desde el punto de vista de la investigación educativa, por ejemplo, cuáles son las representaciones de los docentes sobre la forma en que los estudiantes conceptualizan los conceptos básicos de Química en sus prácticas que desempeñan en el laboratorio. Esto con la finalidad de superar las dificultades que dentro de la misma literatura han mencionado respecto al fracaso de los tipos de prácticas que predominan en los laboratorios escolares.

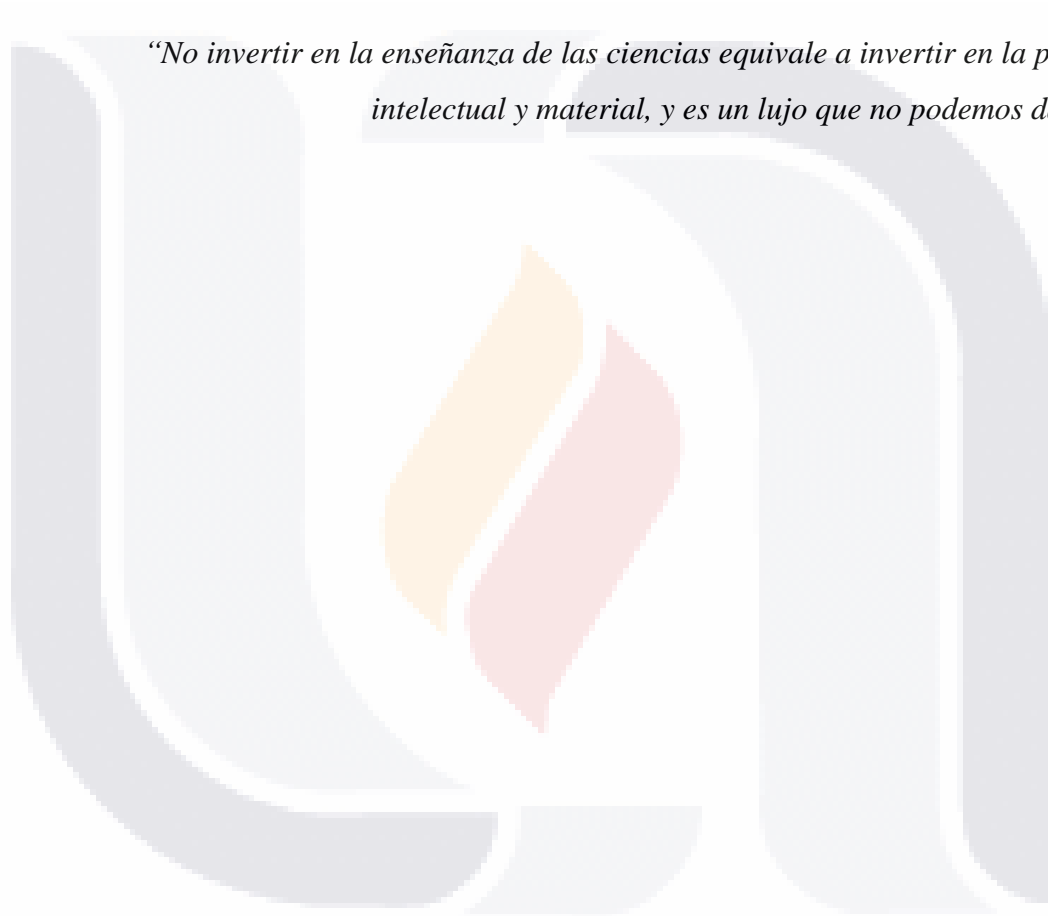
Sin duda, el papel que tiene el laboratorio en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias ha recorrido un largo camino para ser aplaudido, pero también para ser criticado cuando no está cumpliendo sus funciones esenciales. La exigencia conceptual que se demanda de las ciencias actualmente basada en las habilidades científicas tanto teóricas como prácticas, impone un esfuerzo grande para el cuerpo docente, así como de los sistemas formativos de nuestro país.



Para dar ese salto en el atraso de años que se viene haciendo en nuestro país desde que se instalaron los laboratorios en las escuelas, y que se trabajan desde la concepción de un laboratorio tradicional se necesitan programas de apoyo para el desarrollo curricular, manipulación de materiales y experimentación, colaboración entre instituciones guía, centros de investigación en educación y formación docente, instituciones de investigación en ciencia y tecnología, iniciativa privada, así como de las estructuras del sistema educativo y la administración pública.

Y tal como lo señala Golombek (2008:82):

*“No invertir en la enseñanza de las ciencias equivale a invertir en la pobreza intelectual y material, y es un lujo que no podemos darnos”*



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2017). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 1 (1). Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3968> .
- Alvarado Zamorano, C. (2014). La Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias Experimentales en la Educación Media Superior de México. *Revista de IMEA-UNILA*, 2 (2), 60-75.
- Aguilar, Y., Valdez, J., González, N., Rivera, S., Carrasco, C., Gómora, A., y Vidal, S. (2016). Apatía, desmotivación, desinterés, desgano y falta de participación en adolescentes mexicanos. *Enseñanza E Investigación En Psicología*, 20 (3), 326–336.
- Asencio Cabot, E. (2017). La educación científica: percepciones y retos actuales. *Educación y Educadores*, 20 (2), 282-296.
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Barberá, O., y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14 (3), 365-379.
- Barolli, E., Laburú C., y Guridi V. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 88-110.
- Bates, G. (1978). The role of the laboratory in secondary school science programs. En: M. B. Rowe (Ed.), *What research says to the science teacher*. (Vol. 1). Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Bell, P. (2005). The school science laboratory: Considerations of learning, technology, and scientific practice. *Seattle: University of Washington*.
- Borrachero Cortés, A. (2015). Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 33 (3), 199-200.
- Bortagaray, I., y de Montevideo, U. O. (2016). *Políticas de Ciencia, Tecnología, e Innovación Sustentable e Inclusiva en América Latina*. Paris, Francia: UNESCO.
- Bransford, J.D., Brown, A.L., y Cocking, R.R. (Eds.) (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C., National Academy Press.

- Bustamante, K., y Madrid, M. (2012). Enseñanza de la química: una propuesta didáctica para la generación de conocimiento. *Multiciencias*, 12 (extraordinario), 45-51.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa*, (9). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=167140>
- Callahan, B. E., y Dopico, E. (2016). Science teaching in science education. *Cultural Studies of Science Education*, 11 (2), 411-418.
- Cañedo Iglesias, C. M., y Cáceres Mesa, M. (2008) *Fundamentos Teóricos Para La Implementación De La Didáctica En El Proceso Enseñanza-Aprendizaje*. Biblioteca Virtual De Derecho, Economía Y Ciencias Sociales. Universidad de Málaga. España. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros/2008b/395/LOS%20INSTRUMENTOS%20DE%20EVALUACION%20DEL%20APRENDIZAJE.htm>
- Carmo, J. (2014). Aprender ciencias de un modo experimental. *VARONA*, (60). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360637746005.pdf>
- Carvajal, E., y Gómez, M. (2002) Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7 (16), 577-602.
- Chalmers, A., Villate, J., Máñez, P., y Sedeño, E. (2000). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Crisafulli Trimarchi, F., y Villalba, H. (2013). Laboratorios para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media general. *Educere*, 17 (58). Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35630404011>
- Cucci, G., y Ferrante, C. (2014). Resignificación del uso del laboratorio en la enseñanza de las Ciencias Experimentales en la escuela media. En D. Pulfer (Director), *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, Buenos Aires, Argentina.
- Dávila Acedo, M. A., Borrachero Cortés, A. B., Brígido Mero, M., y Costillo Borrego, E. (2016). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de la física y la química. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. Revista INFAD de Psicología.*, 4 (1), 287-294.
- Delgado Fernández, M., y Solano González, A. (2009). Estrategias Didácticas Creativas En Entornos Virtuales Para El Aprendizaje. *Actualidades Investigativas en Educación*. 9 (2), 1-21.

- Delors, J. (1994). *Los pilares de la educación*. Madrid: Santillana.
- Del Puy Pérez Echeverría, M., y Pozo Municio, J. (1994). Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender, pp. 1-50. *La solución de problemas*, Madrid: Santillana.
- Díaz Bravo, L., Torruco García, U., Martínez Hernández, M., y Varela Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2 (7), 162-167.
- Driver, R. (1995). Constructivist approaches to science teaching. In L. P. Steffe y J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 385-400). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Duglio, I. (2007). Los prácticos de laboratorio: una mirada interpretativa en prácticas de enseñanza de química en Bachillerato Diversificado. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 2(14), 71-87.
- Durango, P. (2015). *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia Medellín, Colombia.
- Erickson, G. L. (1979). Children's conceptions of heat and temperature. *Science education*, 63 (2), 221-230.
- Espinosa García, J., & Román Galán, T. (1993). Actitudes hacia la Ciencia en estudiantes universitarios de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (3), 297-300.
- Espinosa Ríos, E., González López, K., y Hernández Ramírez, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12 (1), 266-281.
- Flores Camacho, F. (2012). La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México. *México: INEE*, 5-111.
- Flores, J., Caballero Sahelices, M., y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de investigación*, 33 (68), 75-111.
- Gámez, C., Ruz, T., y Cobos, T. (2014). Profesorado de ciencias en formación inicial ante la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: ¿perfil innovador o tradicional? *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 17 (1), 162-162.
- Garriz Ruiz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. *Educación química*, 20, 212-219.
- Gianella, A. (2006). Las disciplinas científicas y sus relaciones. *Anales de la educación común*, 2(3), 74-83.

- Gil Pérez, D., Furió-Más, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez Torregrosa, J., Guisasola Aranzábal, J.,... y Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 311-320.
- Gil Pérez, D., y Vilches Peña, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto *PISA* a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, (número extraordinario), 295-311.
- Giordan, A. (1997). ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000? *Kikiriki*. (44-45),. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3097603>
- Gobierno de la República (2015). Resumen Ejecutivo de la Reforma Educativa. México Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/2924/Resumen\\_Ejecutivo\\_de\\_la\\_Reforma\\_Educativa.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/2924/Resumen_Ejecutivo_de_la_Reforma_Educativa.pdf)
- Golombek, D. (2008). Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa. Buenos Aires, Argentina: Fundación Santillana.
- González Basilio, S. (2015). Estrategias exitosas para el logro de la calidad académica institucional. Proceedings T-IV.
- Guerra, L. E. S. (2006). Ética de la investigación educativa. En *I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*. México.
- Gunstone, R.F. (1991). Reconstructing theory from practical experience. En Woolnough, B.E. (Ed.), *Practical science*, (pp. 67-77). Milton Keynes: Open University Press.
- Gutiérrez Marfileño, V. (1998). *Actitudes de los estudiantes hacia la Ciencia*. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- Harlen, W. (2012). *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Aspectos de la Política y la Práctica*. Trieste, Italia: Global Network of Science Academies (IAP): Science Education Programme (SEP).
- Hernández Junco, L., Machado Bravo, E., Martínez Sardá, E., Andreu-Gómez, N., & Flint, A. (2018). La práctica de laboratorio en la asignatura Química General y su enfoque investigativo. *Revista Cubana de Química*, 30 (2), 314-327.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12 (3), 299-313.
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: Three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum studies*, 28 (2), 115-135.

- Hofstein, A., Ben-Zvi, R., y Samuel, D. (1976). The Measurement of the Interest in, and Attitudes to, Laboratory Work amongst Israeli High School Chemistry Students. *Science Education*, 60 (3), 401-411.
- Hofstein, A., y Luneta, V. (1982). The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52 (2), 201-217.
- Hofstein, A., y Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88 (1), 28-54.
- Instituto Estatal de Aguascalientes (IEA) (2016). *Las cifras de la educación*. Recuperado de [www.iea.gob.mx/webiea/sistema\\_informacion/cifras\\_1415.aspx](http://www.iea.gob.mx/webiea/sistema_informacion/cifras_1415.aspx).
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2011). *La educación media superior en México-Informe 2010-2011*. México: INEE. Recuperado de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2018/12/P1D235.pdf>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) (2016). *México en PISA 2015*. Ciudad de México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE).
- Jiménez, E. (1996). *Diagnóstico y análisis de la enseñanza de la Física en el Colegio de Bachilleres (1992-1995)*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of chemical education*, 70 (9). Recuperado de <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed070p701>
- Johnstone, A.H., y Al-Shualili. (2001). Learning in the laboratory; some thoughts from the literature. *University Chemical Education*. Recuperado de <https://monash.rl.talis.com/items/07D09358-4ED7-CC0E-AAD4-4697100DBD9E.html>
- Kindsvater, N., Martinelli, E., Arévalo, N., Lapalma, L., Rodríguez, D. O., Tesouro, R. A., ... y Fava, L. M. (2008). Evaluación de estrategias de procesamiento de información en la enseñanza de ciencias experimentales. *Ciencia, docencia y tecnología*, 19 (36), 13-42.
- Kirschner, P. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science and Education*, 273-299. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00430277>
- Klopfer, L. (1971). Evaluation of learning in science. En B. S. Bloom, J. T. Hastings y G. F. Madaus (Eds.), *Handbook of formative and summative evaluation of student learning*. London: McGraw-Hill.
- Lazarowitz, R., y Tamir, P. (1994). Research on using laboratory instruction in science. En D. L. Gabel. (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 94-130). New-York: Macmillan.

- Leite, L., y Figueiroa, A. (2004). Las actividades de laboratorio y la explicación científica en los manuales escolares de ciencias. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 39, 20-30.
- López Rúa, A., y Tamayo Alzate, O. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8 (1). Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134129256008.pdf>
- Lunetta, V.N. (1998). The school science laboratory: Historical perspectives and centers for contemporary teaching. En P. Fensham (Ed.). *Developments and dilemmas in science education*, (pp 169-188). London: Falmer Press.
- Lunetta, V., Hofstein, A., y Clough, M. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of research on science education*, 2, 393-441.
- Martín Díaz, M. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 1 (2). Recuperado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC\\_1\\_2\\_1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_2_1.pdf)
- Macedo, B. (2016). *Educación científica*. Montevideo, Uruguay: UNESCO. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-CienciaEducacion.pdf>.
- Mellado, V., Borrachero, A.B., Brígido, M., Melo, L.V., Dávila, M.A., Cañada, F., & Conde, Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32 (3), 11-36.
- Molina, M., Carriazo, J., y Casas, J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (33).
- Monge, E. C. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de administración*, 1 (2), 31-54.
- Muñoz Osuna, F. O., Medina Rivilla, A., y Guillén Lúgigo, M. (2014). Perspectiva docente de las competencias específicas en Química. *European Scientific Journal*, 10 (25). Recuperado de <https://ejournal.org/index.php/esj/article/viewFile/4286/4108>
- National Academy Press (1996). National Science Education Standards. Washington, DC.: National Academy of Sciences.
- Noyola, V., Soca, J., Aguilera, M. A., y Martínez, O. (2014). *Infraestructura, mobiliario y materiales de apoyo educativo en las escuelas primarias*. Recuperado de <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P1/D/244/P1D244.pdf>

- Nussbaum, J., y Novick, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy. *Instructional science*, 11 (3), 183-200.
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, 25(1), 46-55.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) (2015). *PISA 2015, Draft science framework*. Recuperado de <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/DraftPISA2015ScienceFramework.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD). (2016). *PISA 2015 Results (Volumen I): Excellence and equity in education, PISA*. Paris: OECD Publishing. Recuperado de [https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i\\_9789264266490-en#page4](https://read.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2015-results-volume-i_9789264266490-en#page4)
- Osborne, R., y Freyberg, P. (1985). *Learning in science: The implications of children's science*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Osuna García, L. (2007). *Planificación, puesta en práctica y evaluación de la enseñanza problematizada sobre la luz y la visión en la educación secundaria obligatoria*. Universitat de València.
- Pickering, M. (1993). The teaching laboratory through history. *Journal of Chemical Education*, 70 (9). Recuperado de <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p699>
- Pulido Rodríguez, R., Ballén Ariza, M., y Zúñiga López, F. (2007). *Abordaje hermenéutico de la investigación cualitativa. Teoría, procesos, técnicas*. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Quijano Hernández, M. (2012) Enseñanza de la ciencia: Retos y propósitos de formación científica. *Docencia Universitaria* (13),17-34.
- Ramírez, S., Viera, L., y Wainmaier, C. (2010). Evaluaciones en cursos universitarios de Química: ¿qué competencias se promueven? *Educación química*, 21 (1), 16-21.
- Rebollo Catalán, M. Á., García Pérez, R., Buzón García, O., y Vega Caro, L. (2014). Las emociones en el aprendizaje universitario apoyado en entornos virtuales: diferencias según actividad de aprendizaje y motivación del alumnado. *Revista Complutense de Educación*, 25 (1), 69-93.
- Reyes, M., Porro, S., y Pirovani, M. (2014). Actitudes y rendimiento académico: su evolución desde química general e inorgánica hasta química orgánica. *Revista Colombiana de Química*, 43 (1), 1-21.
- Sabariego del Castillo, J. M., y Manzanares Gavilán, M. (2006). Alfabetización científica. En *Memoria del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS* (Vol. 1). México.



- Salvador Benítez, L. (2008). Desarrollo, educación y pobreza en México. *Papeles de población*, 14 (55), 237-257.
- Sandoval, M., Mandolesi, M., y Cura, R. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Educación y Educadores*, 16 (1), 126-138.
- Secretaría de Educación Pública (SEP) (2008). *Acuerdo número 444 por el que se establecen las competencias que constituyen el marco curricular común del Sistema Nacional de Bachillerato*. Recuperado de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11435/1/images/5\\_2\\_acuerdo\\_444\\_competencias\\_mcc\\_snb.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/11435/1/images/5_2_acuerdo_444_competencias_mcc_snb.pdf)
- Segarra, M. (2000). *La formación y profesionalización del profesorado de Física en el bachillerato* (Tesis de Doctorado) Universidad La Salle, México.
- Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) (2009). *Bachillerato Tecnológico. Programa de Estudios. Acuerdo Secretarial 345*. Recuperado de [http://cosdac.sems.gob.mx/web/pa\\_ProgramasEstudioBTBG.php](http://cosdac.sems.gob.mx/web/pa_ProgramasEstudioBTBG.php)
- Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) (2017). *Programa de estudios del componente básico del marco curricular común de la educación media superior. Campo disciplinar de ciencias experimentales. Bachillerato tecnológico*. Recuperado de [http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/BT\\_Quimica\\_I.pdf](http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12615/5/images/BT_Quimica_I.pdf)
- Subsecretaría de Educación Media Superior (SEMS) (2013). *Antecedentes*. Recuperado de: [http://www.sems.gob.mx/en\\_mx/sems/antecedentes](http://www.sems.gob.mx/en_mx/sems/antecedentes)
- Séré, M. (2002). La Enseñanza en el laboratorio: ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 357-368.
- Simmons, P. E., Brunkhorst, H., Lunetta, V., Penick, J., Peterson, J., Pietrucha, B., y Staver, J. (2005). Developing a research agenda in science education. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 239-252.
- Simpson, R., Koballa, T., Oliver, S., y Crawley III, F. (1994). Research on the affective dimension of science learning. En D.L. Gabel (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. pp. 211-234. New York: MacMillan.
- Singer, S., Hilton, M., y Scheingruber, H. (2006). *America's Lab report: Investigations in high school science*. Whashington: The National Academies Press.
- Stake, R. E. (2007). *Investigación con estudios de caso* (Cuarta). Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.

- Tarín I. Martínez, R. M., y Sanmartí, N. (1999). Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencias sin ellos? *Alambique: didáctica de las ciencias experimentales*, (22), 55-65.
- Tenreiro Vieira, C., y Marques Vieira, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3 (3), 452-466.
- Torres Santomé, J. (2014). Organización de los contenidos y relevancia cultural. *Cuadernos de pedagogía*, (447), 50-53.
- Unidad de Educación Media Superior Tecnológica Industrial y de Servicios (UEMSTIS) (2016). *Historia de la Educación Tecnológica en México*. Recuperado de <http://uemstis.sep.gob.mx/index.php/quienes-somos/82-historia-dgeti>
- UNESCO (2016). *Diálogos Post-2015 sobre Cultura y Desarrollo*. Recuperado de <https://snate.org.mx/pdfindigena/UNESCO11.pdf>
- Ural, E. (2016) The effect of guided-inquiry laboratory experiments on science education students' chemistry laboratory attitudes, anxiety and achievement. *Journal of education and training studies*, 4 (4). Recuperado de <http://redfame.com/journal/index.php/jets/article/view/1395>
- Vázquez Alonso, A., y Manassero Mas, M. (2009). La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 27 (1), 33-48.
- Viera, L. I., Ramírez, S. S., y Fleisner, A. (2017). El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas. *Educación química*, 28 (4), 262-268.
- Vilches, A., y Furió, C. (1999). Ciencia, tecnología, sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI. En *I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y IV Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física*. La Habana, Cuba. Recuperado de <https://www.oei.es/historico/salactsi/ctseduacion.htm>
- Von Aufschnaiter, C., y Von Aufschnaiter, S. (2007). University students' activities, thinking and learning during laboratory work. *European journal of Physics*, 28 (3). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/231038218\\_University\\_students'\\_activities\\_thinking\\_and\\_learning\\_during\\_laboratory\\_work](https://www.researchgate.net/publication/231038218_University_students'_activities_thinking_and_learning_during_laboratory_work)
- Xu, X., y Lewis, J. E. (2011). Refinement of a chemistry attitude measure for college students. *Journal of Chemical Education*, 88 (5), 561-568.
- Zion, M., y Sadeh, I. (2007). Curiosity and open inquiry learning. *Journal of Biological Education*, 41(4), 162-168.

ANEXOS



## ANEXO A

**ENTREVISTA A LOS PROFESORES QUE IMPARTE  
LABORATORIO DE QUÍMICA**

1. ¿Cómo se califica el trabajo que realizan los estudiantes en el laboratorio?
2. ¿Qué elementos considera en su práctica de Química?
3. ¿Usted qué pretende lograr con sus estudiantes en las prácticas de laboratorio?
4. ¿Qué dificultades encuentra al realizar las prácticas de laboratorio?
5. ¿Qué factores cree que puedan influir para que se lleve a cabo una buena práctica de laboratorio?
6. ¿Usted utiliza guías o manual de laboratorio? ¿Cómo lo adapta a la práctica de laboratorio desde su contexto?
7. ¿Cómo se relaciona la teoría y la práctica en la enseñanza de la Química?
8. ¿Cuáles cree que son los propósitos de las prácticas de laboratorio?
9. ¿Hasta qué punto considera usted que las prácticas de laboratorio pueden o no obstaculizar el aprendizaje de la Química?
10. ¿Cuáles son las características más importantes que debe tener una buena práctica de laboratorio?
11. ¿Cómo las prácticas de laboratorio aportan al aprendizaje de la Química?
12. Describa en forma general cómo realiza sus prácticas de laboratorio.

ANEXO B



INSUMOS DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

(LLENADA SOLO POR EL INVESTIGADOR)

Lista de cotejo de insumos del laboratorio de Química de Educación Media

**Objetivo:** Esta lista de cotejo tiene como objetivo realizar un inventario de los recursos humanos y materiales con los que cuenta el laboratorio de Química, así como su infraestructura física y tecnológica que corresponden a la investigación “El Trabajo en el Laboratorio de Química de Bachilleratos Tecnológicos”

CBTis Número: \_\_\_\_\_

Número de laboratorios de Química en el plantel: \_\_\_\_\_

¿El laboratorio de Química se comparte con otras materias?

Sí (escribir las materias con las que se comparte): \_\_\_\_\_

No

APARTADO 1. INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y TECNOLÓGICA						
					Sí	No
1.	El laboratorio se utiliza únicamente para la realización de las prácticas de la materia de Química:					
2.	El laboratorio dispone de suficiente iluminación.					
3.	El laboratorio cuenta con una adecuada ventilación.					
4.	El laboratorio cuenta con una estación de trabajo para el profesor.					
			Sí	No	Mencione cuáles	
5.	El laboratorio cuenta con una infraestructura que permite cumplir con las medidas de seguridad indispensables (señalética, extintor, salidas de emergencia)					
6.	El laboratorio cuenta con dispositivos para el uso de tecnologías de la información y la comunicación.					
APARTADO 2. EQUIPO Y MATERIALES DE LABORATORIO						
En el laboratorio se dispone de:				Suficientes		
				Sí	No	
				Sí	No	
1.	Microscopios					
2.	Balanza anal					
3.	Instrumental para cortar					

4.	Pinzas					
5.	Lupas					
6.	Embudos de vidrio					
7.	Pipetas de transferir					
8.	Pipetas graduadas					
9.	Cilindros graduados					
10.	Mecheros					
11.	Rejillas de hierro					
12.	Tubos de ensayo					
13.	Vasos de precipitado					
14.	Morteros con mazo					
15.	Soportes universales					
16.	Matraces aforados					
17.	Probetas					
18.	Porta objetos					
19.	Cubre objetos					
20.	Regadera					
21.	Campana de extracción de gases					
22.	Botiquín de primeros auxilios					
23.	Espacios/mobiliario para guardar equipo y materiales					
24.	Reactivos (mencione cuáles):					

		Sí	No	Mencione cuáles
25.	¿Los estudiantes utilizan equipo de seguridad?			
26.	¿El docente y/o técnico docente utilizan equipo de seguridad?			

27. La forma de organizar a los estudiantes para el trabajo en el laboratorio es:

Por equipos  número de estudiantes que conforman los equipos: \_\_\_\_\_

Por parejas

Individual

Otro  Especificar de qué forma: \_\_\_\_\_

28. Número de mesas de trabajo en el laboratorio: \_\_\_\_\_

29. Capacidad máxima de estudiantes que entran a una sesión de práctica en el laboratorio:  
\_\_\_\_\_

30. Duración de las sesiones de prácticas: \_\_\_\_\_

31. ¿Cuántas prácticas se realizan al semestre?: \_\_\_\_\_

32. ¿Se tienen asignados días de prácticas?

Sí (escribir días o forma de organización): \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

33. ¿Utilizan manual de prácticas de laboratorio?

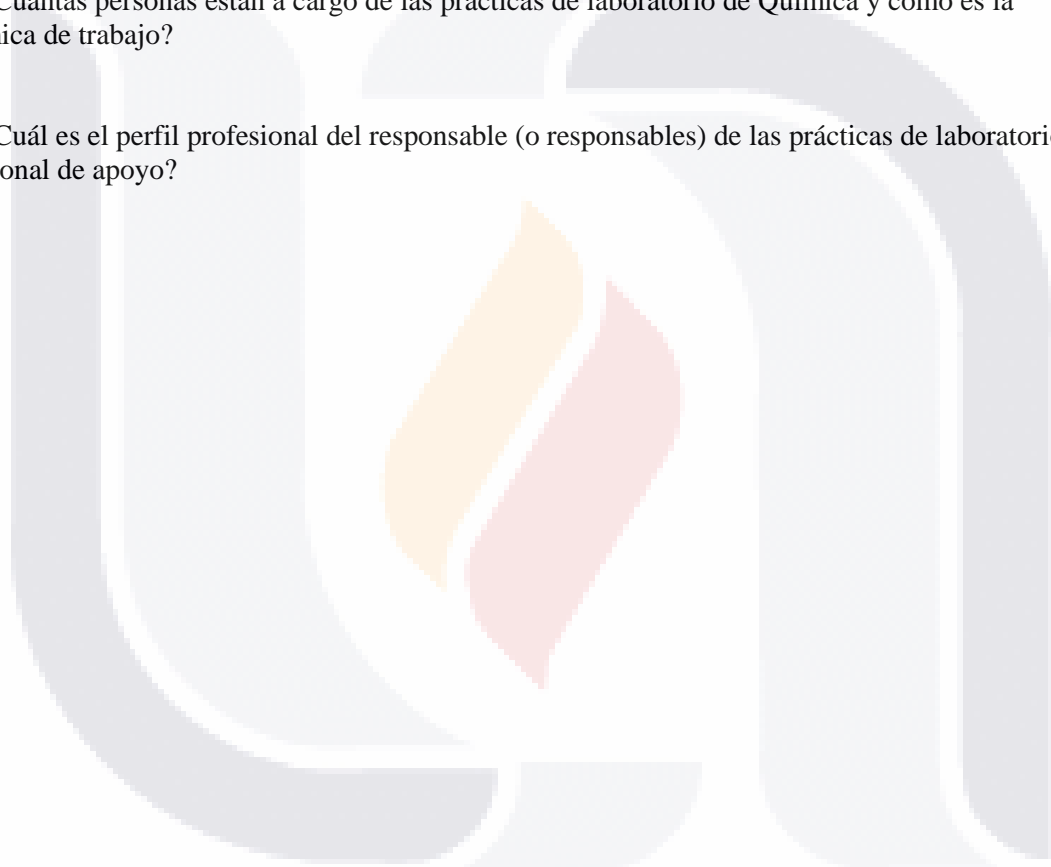
Sí (¿Quién lo diseña?): \_\_\_\_\_

No

**APARTADO 3. RECURSOS HUMANOS**

3.1. ¿Cuántas personas están a cargo de las prácticas de laboratorio de Química y cómo es la dinámica de trabajo?

3.2. ¿Cuál es el perfil profesional del responsable (o responsables) de las prácticas de laboratorio y personal de apoyo?



**PLANTEL DEL DOCENTE A**

**Tabla. Apartado infraestructura física y tecnológica caso A**

<b>Etiqueta</b>	<b>Datos obtenidos</b>
1.- Uso compartido o no del laboratorio de Química con otras materias.	El espacio del laboratorio se comparte con las materias de biología y módulos de la carrera técnica de laborista químico.
2.- Iluminación del laboratorio.	Se cuenta con buena iluminación.
3.- Ventilación del laboratorio.	El laboratorio cuenta con una adecuada ventilación, además posee dos extractores de gases.
4.- Estación de trabajo del profesor.	Se cuenta con un espacio de trabajo para el docente que permite ser visualizado desde cualquier punto del laboratorio.
5.- Mesas de trabajo estudiantes.	Se tienen 8 mesas de trabajo que pueden ser ocupadas por un máximo de 6 estudiantes por mesa; cada mesa, tiene salida de corriente eléctrica e instalaciones de agua y gas para su uso.
6.- Aspectos de seguridad.	El laboratorio posee: señalética visible en el espacio, ruta de evacuación, señalizado los residuos peligrosos, extintor, regadera.
7.- Tecnologías de la información y comunicación.	Solamente se dispone de pintarrón y espacio para conectar equipos más no los tiene.
8.- Espacio del laboratorio.	Las dimensiones que tienen pueden catalogarse como espacios adecuados y aceptables.

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.



**Tabla. Inventario de equipo y materiales de laboratorio caso A**

<b>Etiqueta</b>	<b>Datos obtenidos</b>	<b>Cantidad</b>
9.- Equipo.	Microscopios	15
	Balanza anal	4
	Soportes universales	15
	Regadera	1
	Campana de extracción de gases	2
	Botiquín de primeros auxilios	1
10.- Mobiliario.	Gabetas	10
	Mesas de trabajo	8
	Almacenes	12
11.- Materiales.	Instrumental para cortar	20
	Pinzas	50
	Lupas	5
	Embudos de vidrio	5
	Pipetas de transferir	20
	Pipetas graduadas	30
	Cilindros graduados	30
	Mecheros	20
	Rejillas de hierro	20
	Tubos de ensayo	200
	Vasos de precipitado	100
	Morteros con mazo	10
	Matraces aforados	10
	Probetas	10
	Porta objetos	50
Cubre objetos	50	

12.- Reactivos disponibles	Ácido muriático	N/A <sup>5</sup>
	Sosa caustico	N/A
	Ácido nítrico	N/A
	Sulfúrico	N/A
	Clorhídrico	N/A
	Carbonato de calcio	N/A
	Cloruro de calcio	N/A
	Yoduro de potasio	N/A
	Nitrato de plomo	N/A
	Sales de fosfato bibásica y monobásica	N/A
	Colorante	N/A
	Safranina	N/A
	Azul de metileno	N/A
	Yodo lugol	N/A
	Cloruro de sodio grado reactivo	N/A

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

<sup>5</sup> N/A: No aplica debido que solo se enlistaron los reactivos disponibles para el uso de las prácticas de laboratorio.

**PLANTEL DEL DOCENTE B**

**Tabla. Apartado infraestructura física y tecnológica caso B**

<b>Etiqueta</b>	<b>Datos obtenidos</b>
1.- Uso compartido o no del laboratorio de Química con otras materias.	El espacio del laboratorio se comparte con las materias de biología y módulos de la carrera técnica de laborista químico.
2.- Iluminación del laboratorio.	Se cuenta con buena iluminación.
3.- Ventilación del laboratorio.	El laboratorio cuenta con una adecuada ventilación, y tiene tres extractores de gases.
4.- Estación de trabajo del profesor.	Se cuenta con un espacio de trabajo para el docente que permite ser visualizado desde cualquier punto del laboratorio.
5.- Mesas de trabajo estudiantes.	Se cuentan 6 mesas de trabajo que pueden ser ocupadas por un máximo de 6 estudiantes por mesa; cada mesa, tiene salida de corriente eléctrica e instalaciones de agua y gas para su uso.
6.- Aspectos de seguridad.	El laboratorio posee: señalética visible en el espacio, ruta de evacuación, señalizado los residuos peligrosos, extintor, regadera.
7.- Tecnologías de la información y comunicación.	Solamente se dispone de pintarrón, proyector, bocinas y espacio para conectar equipo de cómputo más no los tiene.
8.- Espacio del laboratorio.	Las dimensiones que tienen pueden catalogarse como espacios adecuados y aceptables.

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Inventario de equipo y materiales de laboratorio caso B**

<b>Etiqueta</b>	<b>Datos obtenidos</b>	<b>Cantidad</b>
9.- Equipo.	Microscopios	24
	Balanza anal	2
	Soportes universales	20
	Regadera	1
	Campana de extracción de gases	3
	Botiquín de primeros auxilios	2
10.- Mobiliario.	Gabetas	10
	Mesas de trabajo	6
	Almacenes	10

11.- Materiales.	Instrumental para cortar	100
	Pinzas	10
	Lupas	0
	Embudos de vidrio	7
	Pipetas de transferir	200
	Pipetas graduadas	20
	Cilindros graduados	0
	Mecheros	18
	Rejillas de hierro	15
	Tubos de ensayo	1000
	Vasos de precipitado	50
	Morteros con mazo	6
	Matraces aforados	30
	Probetas	40
	Porta objetos	500
	Cubre objetos	500

<b>Etiqueta</b>	<b>Datos obtenidos</b>	<b>Cantidad</b>
-----------------	------------------------	-----------------

12.- Reactivos disponibles	Ácido muriático	N/A <sup>6</sup>
	Sosa caustico	N/A
	Ácido nítrico	N/A
	Sulfúrico	N/A
	Clorhídrico	N/A
	Carbonato de calcio	N/A
	Cloruro de calcio	N/A
	Yoduro de potasio	N/A
	Nitrato de plomo	N/A
	Sales de fosfato bibásica y monobásica	N/A
	Colorante	
	Safranina	N/A
	Azul de metileno	N/A
	Yodo lugol	N/A
	Cloruro de sodio grado reactivo	N/A
	Formalina	N/A
		N/A

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

<sup>6</sup>N/A: No aplica debido que solo se enlistaron los reactivos disponibles para el uso de las prácticas de laboratorio.

**ANEXO C**

**TRATAMIENTO DE LOS DATOS CON VIDEOGRAPH**

**PRÁCTICAS DE LABORATORIO DOCENTE A**

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 1: diferencias entre mezclas y compuestos; caso A con videograph**

<b>Quien realiza la actividad</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo durante la práctica</b>
Docente	6. Explicación de contenido	1:03 minutos
	7. Explicación de procedimiento	10:42 minutos
	8. Supervisión del trabajo	8:12 minutos
	9. Manipulación de materiales	1:54 minutos
	10. Manejo de equipo de seguridad	0:16 minutos
Realizadas por los estudiantes	7. Explicación de contenido a pares	0:16 minutos
	8. Explicación de procedimiento a pares	4:42 minutos
	9. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	10. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	0:33 minutos
	11. Manipulación de materiales	34:48 minutos
	12. Manejo de equipo de seguridad	0:16 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 2: diferencias entre mezclas y compuestos; caso A con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento	12:54 minutos
	3. Supervisión del trabajo	14:12 minutos
	4. Manipulación de materiales	0:00 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:14 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	1:54 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	1:21 minutos
	5. Manipulación de materiales	25:24 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:18 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 3: propiedades de los lípidos; caso A con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	
	2. Explicación de procedimiento	14:24 minutos
	3. Supervisión del trabajo	35:06 minutos
	4. Manipulación de materiales	1:42 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:42 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	1:54 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	1:14 minutos
	5. Manipulación de materiales	65:30 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:27 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.



**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 4: identificación de soluciones simples y doble sustitución; caso A con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	2:12 minutos
	2. Explicación de procedimiento	13:18 minutos
	3. Supervisión del trabajo	47:04 minutos
	4. Manipulación de materiales	0:36 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:28 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	2:36 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	3:48 minutos
	5. Manipulación de materiales	55:54 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:58 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 5: soluciones molares; caso A con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	5:36 minutos
	2. Explicación de procedimiento	21:36 minutos
	3. Supervisión del trabajo	40:18 minutos
	4. Manipulación de materiales	1:54 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:00 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:48 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	1:30 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	2:24 minutos
	5. Manipulación de materiales	58:18 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	1:30 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**PRÁCTICAS DE LABORATORIO DOCENTE B**

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 1: determinación de densidad de sólidos y líquidos; docente B con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	6:30 minutos
	2. Explicación de procedimiento	10:12 minutos
	3. Supervisión del trabajo	19:36 minutos
	4. Manipulación de materiales	0:29 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:11 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	3:56 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	1:36 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	3:27 minutos
	5. Manipulación de materiales	25:00 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:10 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 2: determinación de densidad de sólidos y líquidos; Docente B con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	5:54 minutos
	2. Explicación de procedimiento	11:57 minutos
	3. Supervisión del trabajo	17:54 minutos
	4. Manipulación de materiales	0:30 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:15 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	0:18 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	2:01 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	4:18 minutos
	5. Manipulación de materiales	22:49 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:22 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 3: gravimetría; Docente B con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	1:57 minutos
	2. Explicación de procedimiento	12:12 minutos
	3. Supervisión del trabajo	14:54 minutos
	4. Manipulación de materiales	3:05 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:14 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:38 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	3:45 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	9:33 minutos
	5. Manipulación de materiales	23:33 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:00 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 4: determinación de densidad de sólidos y líquidos; Docente B con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	1:03 minutos
	2. Explicación de procedimiento	8:12 minutos
	3. Supervisión del trabajo	12:27 minutos
	4. Manipulación de materiales	0:58 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:18 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	0:09 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:30 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	5:06 minutos
	5. Manipulación de materiales	28:36 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:30 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.

**Tabla. Conteo de tiempo de las actividades en práctica 5: compatibilidad sanguínea; Docente B con videograph**

Quien realiza la actividad	Actividades	Tiempo durante la práctica
Docente	1. Explicación de contenido	10:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento	24:49 minutos
	3. Supervisión del trabajo	3:00 minutos
	4. Manipulación de materiales	6:51 minutos
	5. Manejo de equipo de seguridad	0:00 minutos
Realizadas por los estudiantes	1. Explicación de contenido a pares	0:00 minutos
	2. Explicación de procedimiento a pares	0:43 minutos
	3. Cuestionamiento del contenido hacia el docente	0:00 minutos
	4. Cuestionamiento del procedimiento hacia el docente	7:15 minutos
	5. Manipulación de materiales	54:00 minutos
	6. Manejo de equipo de seguridad	0:00 minutos

Fuente: Elaboración propia con base en la información empírica.