



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

**Evaluación de las actividades de laboratorio en la
formación de profesores de ciencias: un análisis
crítico sobre su contribución a una visión
contemporánea de la ciencia y el trabajo científico**

**Trabajo Presentado para optar al título de Magíster en Educación, línea de Ciencias
Naturales**

Katerin Valencia Posada

Asesor

Tarcilo Torres Valois, PhD.

Departamento de Educación Avanzada

Facultad de Educación

Universidad de Antioquia

2017

Agradecimientos

Doy gracias a Dios por guiarme y ayudarme a culminar esta meta tan anhelada. Por darme las fuerzas suficientes y el conocimiento para enfrentar todos los retos propios de este proceso de formación.

También agradezco a mi madre quien ha estado siempre para mí en todo momento apoyándome y dándome su ayuda incondicional. Igualmente, doy gracias a mi esposo quien con su amor y paciencia se convirtió en un motor para no desfallecer y seguir creyendo que todo era posible.

A mi asesor Tarcilo Torres Valois por su gran entrega con este proceso, motivación y por compartir conmigo sus conocimientos y experiencia.

A la profesora Fanny Ángulo Delgado por hacer parte de mi formación y brindarme su ayuda cada vez que la necesitaba. Asimismo, doy gracias a los evaluadores de este trabajo la doctora Carol Joglar Campos y el doctor Agustín Aduriz-Bravo.

Agradezco a la Universidad de Antioquia por abrirme los espacios y darme las herramientas para llevar a cabo esta investigación.

Finalmente, a todos y cada uno de los que participaron en el estudio mil y mil gracias.

Resumen

Existe un consenso internacional sobre la importancia de las prácticas de laboratorio para la comprensión de las ciencias y su construcción. Sin embargo, la literatura también muestra que las actividades de laboratorio realizadas en contextos escolares, no corresponden con las prácticas científicas. El propósito principal de esta investigación es evaluar y analizar las formas de implementación de las actividades de laboratorio y su contribución a una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico en los maestros en formación inicial. Para tal efecto, se implementó una metodología cuantitativa con un método no experimental descriptivo. En la investigación se realizó una observación no participante a 57 sesiones de laboratorio de 9 cursos en la Licenciatura en Matemática y Física y la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de una universidad pública de la ciudad de Medellín-Colombia. Los resultados obtenidos mostraron que las actividades de laboratorio son en su mayoría investigaciones guiadas donde priman actividades de tipo procedimental; generando poca contribución a la construcción de una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico. Además, los 116 maestros en formación participantes, mostraron concepciones sobre naturaleza de la ciencia con una leve tendencia hacia visiones constructivistas. A pesar de ello, los resultados en general indicaron que las prácticas de laboratorio de ambas licenciaturas están alejadas de las recomendaciones y tendencias de la investigación en educación en ciencias a nivel internacional. Se concluye que dichas prácticas siguen un contexto tradicional que no privilegia una comprensión y aprendizaje profundo de los fenómenos científicos.

Resumo

Existe um consenso internacional ao respeito da importância das práticas no laboratório para a compreensão das ciências e da sua construção. Porém, a literatura mostra também que as atividades de laboratório feitas em contextos escolares não correspondem com as práticas científicas. O principal propósito desta pesquisa é avaliar e analisar o desenvolvimento das atividades de laboratório e a sua contribuição à visão contemporânea da ciência e do trabalho científico no contexto da formação inicial dos mestres. Para tal efeito, implementou-se uma metodologia quantitativa com o método não experimental descritivo. Na pesquisa foi feita observação não participante ao longo de um semestre de 57 sessões de laboratório realizadas em 9 cursos da licenciatura em matemáticas e física, e na licenciatura em Ensino básico com ênfase em ciências naturais e educação ambiental de uma universidade pública da cidade de Medellín-Colômbia. Os resultados obtidos mostraram que as atividades de laboratório são na sua maioria pesquisas guiadas onde tem prioridade as atividades de tipo procedimental, contribuindo pouco em mostrar uma visão contemporânea da ciência e do trabalho científico. Além disso, os 116 mestres em formação participantes mostraram concessões com uma leve tendência para visões construtivistas, no entanto, em linhas gerais os resultados apontaram que as práticas de laboratório nas duas licenciaturas se encontram afastadas das recomendações e tendências para as pesquisas em educação científica internacional. Conclui-se que as práticas mencionadas continuam a se afirmar em um contexto tradicional que não privilegia a compreensão e aprendizagem profunda dos fenômenos científicos.

Summary

There is an international consensus on the importance of laboratory practices for the understanding of science and its construction. However, the literature also shows that laboratory activities carried out in school contexts do not correspond to scientific practices. The main purpose of this research is to evaluate and analyze the development of laboratory activities and their contribution to a contemporary vision of science and scientific work in the teachers in initial formation. For this purpose, a quantitative methodology was implemented with a non-experimental descriptive method. In the research, a non-participant observation was made to 57 laboratory sessions of 9 courses in the Bachelor's Degree in Mathematics and Physics and the Bachelor's Degree in Basic Education with emphasis in Natural Sciences and Environmental Education of a public university in the city of Medellín-Colombia. The results obtained showed that the laboratory activities are mostly guided research where procedural activities predominate; Generating little contribution to the construction of a contemporary vision of science and scientific work. In addition, the 116 participating training teachers showed conceptions about the nature of science with a slight tendency towards constructivist visions. Despite this, the results in general indicated that the laboratory practices of both degrees are far from the recommendations and tendencies of the research in science education at international level. It is concluded that these practices follow a traditional context that does not privilege a deep understanding and learning of scientific phenomena.



Tabla de contenido

Capítulo 1. Planteamiento del problema de Investigación.....2

1.1. La implementación de las actividades de laboratorio3

1.2. ¿Cuáles son los objetivos de las actividades de laboratorio?.....4

1.3. Comprensión de la naturaleza de la ciencia en los espacios de laboratorio.....5

1.4. Pregunta de investigación8

1.5. Objetivo general.....9

1.6. Objetivos específicos9

1.7. Hipótesis.....10

1.8. Justificación11

Marco Teórico 13

Capítulo 2 El rol de las actividades de laboratorio en la educación en ciencias
..... 16

2.1. Conceptualización de las actividades de laboratorio en la educación científica 17

2.2. *El impacto de las actividades de laboratorio en el aprendizaje de la ciencia* 22

2.3. Fines de las actividades de laboratorio en la enseñanza de la ciencia 24

2.3.1. Comprensión de los conceptos, hechos y teorías científicas 24

2.3.2. Comprender la naturaleza de las ciencias 25

2.3.3. Aprender sobre el trabajo científico 26

2.3.4. Desarrollar habilidades de trabajo en equipo 27

2.4. Más allá de los procedimientos: estrategias para mejorar el aprendizaje en los espacios de laboratorio..... 28

2.4.1. Las actividades de laboratorio como parte de las unidades integradas de instrucción	29
2.4.2. Las actividades de laboratorio basadas en la solución de problemas: el aprendizaje de habilidades metacognitivas	30
2.4.3. Las actividades de laboratorio tipo investigación	32
2.5. A modo de resumen	33
<i>Capítulo 3 La importancia de la naturaleza de la ciencia en la construcción del conocimiento científico</i>	<i>35</i>
3.1. Contribución de las actividades de laboratorio a la comprensión sobre naturaleza de la ciencia	36
3.2. Conceptualización de la naturaleza de la ciencia en la educación científica	39
3.3. Importancia de la naturaleza de la ciencia en la educación científica	41
3.4. Investigaciones en el campo de la naturaleza de la ciencia: conquistas y retos	43
3.4.1. Investigaciones y propuestas en torno al conocimiento de los maestros sobre naturaleza de la ciencia	45
3.4.2. El aprendizaje de la naturaleza de las ciencias en la escuela	47
3. Ideas encontradas en la literatura	50
<i>Capítulo 4 Diseño Metodológico</i>	<i>51</i>
4.1. Enfoque metodológico	52
4.2. Método	53
4.3. Población	54
4.4. Muestra	55
4.5. Procedimiento	57
4.6. Características de los instrumentos	59
4.6.1. Rúbrica para caracterizar los niveles de investigación que poseen las prácticas de laboratorio	59



4.6.2. Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio (LAI)	60
4.6.3. Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física	60
<i>Capítulo 5 Análisis e interpretación de los resultados</i>	65
5.1. <i>Introducción</i>	66
5.2. La concepción de naturaleza de la ciencia que poseen los maestros en formación.....	67
5.3. Descripción de las actividades de laboratorio en la formación de maestros de ciencia	84
5.3.2 Características de las actividades de laboratorio de los cursos de biología	92
5.2.3 Características de las actividades de laboratorio de los cursos de química	94
5.4. <i>Las visiones sobre ciencia en las actividades de laboratorio</i>	97
<i>Capítulo 6 Conclusiones y nuevos cuestionamientos</i>	106
6.1. Conclusiones a la luz de los objetivos propuestos.....	107
6.2. Cuestiones a profundizar	111
<i>Referencias bibliográficas</i>	115
<i>Anexos</i>	129



Índice de tablas

Tabla 1. Número de maestros en formación matriculados y número de cancelaciones por curso	56
Tabla 2. Tratamiento y tipos de análisis realizados a los datos	63
Tabla 3. Frecuencias de las respuestas dadas por los maestros en formación sobre la naturaleza de la ciencia de cada ítem	69
Tabla 4. Rangos promedio sobre la concepción de la naturaleza de la ciencia de los estudiantes por materia	78
Tabla 5. Tipo de concepción de la naturaleza de la ciencia respecto a la licenciatura	80
Tabla 6. Visión de la naturaleza de los maestros en formación por materia y disciplina	82
Tabla 7. Visión de la naturaleza de la ciencia de acuerdo a la disciplina	83
Tabla 8. Frecuencias de nivel de indagación de las actividades de laboratorio	85
Tabla 9. Total de recurrencias y promedios de las actividades realizadas en el laboratorio	87
Tabla 10. Recurrencias de las actividades realizadas por disciplina	90
Tabla 11. Medidas de las categorías por curso	97
Tabla 12. Medias de la naturaleza de la ciencia y de cada categoría de actividades de laboratorio por materia	99



Índice de figuras

Figura 1. Número de laboratorios observados por materia _____	57
Figura 2. Histograma de los promedios del total de ítems obtenidos por los maestros en formación _____	71
Figura 3. Histograma de los promedios obtenidos por los maestros en formación en el tema Naturaleza del conocimiento científico _____	74
Figura 4. Histograma de promedios obtenidos por los maestros en formación en el tema construcción y validación del conocimiento científico _____	75
Figura 5. Distribución de la visión de naturaleza de la ciencia de acuerdo con el semestre del maestro en formación _____	80



Anexos

Anexo 1. Rúbrica para caracterizar el nivel de investigación en los laboratorios de pregrado ____	130
Anexo 2. Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio _____	131
Anexo 3. Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física _____	132
Anexo 4. Informe realizado por el grupo de trabajo 1: curso de física de la luz. _____	134
Anexo 5. Informe de laboratorio del grupo 1: curso de Física del Movimiento _____	135
Anexo 6. Informe de laboratorio elaborado por el grupo 2 del curso de Ecología _____	144
Anexo 7. Autorización de observación Licenciatura En Educación Básica con Énfasis en Ciencia Naturales y Educación Ambiental _____	155
Anexo 8. Autorización de observación Licenciatura En Matemática y Física _____	156
Anexo 9. Guía de Microbiología: Coloración Gram _____	157
Anexo 10 . Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio: diligenciado __	160
Anexo 11. Rúbrica para caracterizar el nivel de investigación en los laboratorios de pregrado: diligenciada _____	161
Anexo 12. Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física: diligenciado _____	162



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Capítulo 1

Planteamiento del problema

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

1. Planteamiento del problema de Investigación

Hay consenso a nivel internacional sobre la importancia de los laboratorios para la educación en ciencias. Esto quiere decir que por medio de las actividades de laboratorio los estudiantes pueden desarrollar una mayor comprensión sobre la construcción del conocimiento científico (Hofstein & Lunetta, 2004; Millar, 2009). Por consiguiente, esa importancia de las actividades de laboratorio se puede comprender desde el rol que estos tienen en la enseñanza de las ciencias. Toplis & Allen (2012) consideran que el laboratorio en ciencia es un espacio que les permite a los estudiantes mejorar el aprendizaje de los conceptos científicos, además de permitir un acercamiento al método científico.

Del mismo modo, para Hofstein & Lunetta (2004) las actividades de laboratorio son centrales a la hora de cambiar el ambiente de aprendizaje en el cual los estudiantes desarrollan sus comprensiones de los conceptos científicos, las estrategias de investigación y las percepciones de la ciencia. En términos de estos autores “el ambiente de laboratorio es un espacio en el cual los estudiantes trabajan cooperativamente en pequeños grupos para investigar un fenómeno científico” (Hofstein & Lunetta, 2004 p. 35).

De forma similar, Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamlok-Naaman (2005), resaltan que la función del laboratorio en la enseñanza de las ciencias es fundamental. Haciendo énfasis en que dependiendo de la actividad se puede mejorar el aprendizaje de los estudiantes, la comprensión de conceptos y la construcción de la ciencia.

A pesar de ese gran papel que juegan las actividades de laboratorio en el aprendizaje del conocimiento científico, su implementación en el aula presenta diversas problemáticas que a nivel mundial han suscitado múltiples investigaciones (Abrahams & Millar, 2008; Singer, Hilton, & Schweingruber, 2005). Estas problemáticas estudiadas a través del tiempo, aún tienen vigencia en la actualidad y pueden resumirse en falencias como: las formas de implementación tipo receta de las actividades prácticas, la falta de objetivos claros, la escasa presencia del componente investigativo de las prácticas y por tanto la transmisión errada de una concepción de la naturaleza de la ciencia (Lunetta, Hofstein, & Clough, 2007).

1.1. La implementación de las actividades de laboratorio

Con respecto a la problemática del desarrollo de las actividades de laboratorio gran parte del cuerpo de investigación y reflexión teórica hace un llamado a considerar y cuidar las formas como se implementan y se procede en este tipo de actividades prácticas. Desde este punto de vista, autores como Hodson (1994) afirman que los laboratorios tipo receta, donde los estudiantes siguen unos pasos sin tener conciencia sobre lo que hacen, tienen resultados contraproducentes para el aprendizaje, la comprensión y la conceptualización científica.

A conclusiones similares llegan Lunetta et al. (2007) quienes exponen que en las actividades de laboratorio, los estudiantes generalmente trabajan como técnicos siguiendo una receta de cocina, en este tipo de práctica hacen uso de pocas habilidades y rara vez se involucran en el planteamiento de hipótesis y preguntas. Contribuyendo así a la poca comprensión de los procesos, conceptos científicos y su desarrollo.

Ahora, analizando esta problemática desde los estudios realizados, Abrahams & Millar (2008), en una investigación llevada a cabo en el Reino Unido encontraron que las formas de implementación de las prácticas de laboratorio se centran principalmente en procedimientos. Se concluye que estas prácticas resultan ineficaces al no ayudar al estudiante a comprender las observaciones y utilizar sus conocimientos teóricos para interpretar los fenómenos. Claramente, los maestros les daban menos prioridad a las ideas científicas que a los procedimientos.

Asimismo, en una investigación más reciente Abrahams & Reiss (2012) encontraron que la implementación de las actividades de laboratorio en Inglaterra todavía se caracteriza por el uso de recetas. Lo que hace necesario que los maestros reconozcan y comprendan que las ideas y explicaciones no simplemente surgen de los datos y hacen un llamado a reemplazar esas actividades por otras donde se permita a los estudiantes pensar en los procesos científicos.

Cabe resaltar que las falencias de tipo procedimental se siguen presentando a pesar de las recomendaciones y evidencias de un cuerpo de investigación robusto. Estas dificultades en el desarrollo de las actividades de laboratorio está implícitamente relacionada con la falta de objetivos claros de este tipo de actividades (Lunetta et al., 2007).

1.2. ¿Cuáles son los objetivos de las actividades de laboratorio?

En consonancia con lo anterior, recientemente Dekorver & Towns (2016) consideran importante trabajar y ser conscientes de los objetivos de las actividades de laboratorio. Puesto que la utilidad de estas actividades prácticas ha sido cuestionada porque los estudiantes son capaces de realizarlas sin cumplir con metas de aprendizaje; tales como la comprensión de conceptos, el desarrollo de habilidades para trabajar en equipo y el conocimiento sobre el trabajo científico.

Es esencial analizar los planteamientos anteriores; pues, los resultados de la investigación que llevaron a cabo apuntan a que la eficacia de un curso de laboratorio de química en nivel superior es afectada debido a la poca afinidad entre los objetivos del profesor y las metas de los estudiantes (Dekorver & Towns, 2016).

Esta preocupación por el análisis de los objetivos de las actividades de laboratorio ha sido un objeto de estudio constante. Investigaciones previas al estudio de Dekover & Towns, también evidencian que las actividades de laboratorio no cumplen con su papel en el aprendizaje de la ciencia debido a que no tienen claros los objetivos y los estudiantes los desconocen (Hart, Mulhall, Berry, Loughran, & Gunstone, 2000). El estudio de Hart et al., (2000) llega a conclusiones en las cuales considera elemental compartir los objetivos pedagógicos de las actividades de laboratorio con los estudiantes. Esto con el fin de establecer vínculos entre las prácticas para contribuir a una visión más holística de las experiencias de aprendizaje científico.

Por otra parte, otros estudios encuentran muy necesario el establecimiento de objetivos más claros y explícitos en la implementación de las actividades de laboratorio en

la educación científica. Porque de no ser así, estas actividades sólo se reducirían a procedimientos (Hodson, 1994; Millar, 2009; Werner & Becker, 2007). Entonces, con el fin de evitar esta situación, los fines de las actividades de laboratorio deberían apuntar al desarrollo del conocimiento científico, la habilidad de la resolución de problemas y la capacidad de análisis en los estudiantes. Incluyendo además, la comprensión del

conocimiento conceptual, la capacidad de argumentación desde los datos, y el análisis de cómo la ciencia se construye, incorporando la naturaleza de la ciencia (Lunetta et al., 2007).

Es aquí donde los propósitos antes mencionados conducen a que las actividades de laboratorio sean pensadas desde prácticas que involucren experiencias de investigación. Las cuales permitan a los estudiantes resolver problemas, plantear hipótesis y sacar conclusiones de los problemas científicos tal y como lo resalta Hofstein et al. (2005), quienes destacaron en su artículo que las actividades de laboratorio tipo investigación permitan a los estudiantes mejorar el desarrollo conceptual y la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Ahora bien, es importante tener en cuenta que la comprensión de los procesos de la ciencia y la actividad científica en general están relacionadas con las reflexiones epistemológicas sobre la ciencia. Es decir, con la construcción de concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, que debido a su relevancia se convierte en uno de los objetivos de las experiencias de laboratorio (Lunetta et al., 2007).

1.3. Comprensión de la naturaleza de la ciencia en los espacios de laboratorio

En relación con la comprensión sobre naturaleza de la ciencia como uno de los objetivos de las actividades de laboratorio, los estudios apuntan a hacer un análisis de diferentes estrategias que buscan cumplir este fin.

Un ejemplo de ello, es el estudio de Sandoval & Morrison (2003), autores que resaltan que una de las principales metas de los estándares en la educación en ciencias es que la participación de los estudiantes en investigaciones ayude a desarrollar comprensiones más

complejas de la naturaleza de la ciencia. Sin embargo, estos mismos autores en su estudio encuentran que la necesidad de aprender acerca de la naturaleza de la ciencia, es compleja y no sólo basta con involucrar a los estudiantes en actividades de investigación.

Con respecto a esta situación, las actividades de laboratorio enfrentan un problema y radica en que las prácticas planteadas no están permitiendo a los estudiantes construir concepciones más adecuadas sobre la naturaleza de la ciencia. Tal como lo plantean más tarde, Sandoval & Reiser (2004), quienes aseguran que no es suficiente para lograr la meta involucrar a los estudiantes en laboratorios o actividades de investigación. Según estos, es necesario un enfoque más consciente de las reflexiones epistemológicas de la ciencia.

A conclusiones similares llegan Yacoubian & BouJaoude (2010), cuyos resultados muestran que discusiones explícitas y reflexivas sobre aspectos de la naturaleza de la ciencia combinadas con actividades de laboratorio tipo investigación, mejoran las visiones sobre la construcción de la ciencia. Incluso más que una estrategia implícita de instrucción basada en investigación.

En relación con estas consideraciones y apoyando la idea de una reflexión explícita sobre asuntos epistemológicos en las actividades de laboratorio Bartos & Lederman, (2014), llegan a considerar que no basta con que los maestros tengan ideas aceptables de la naturaleza de la ciencia y la investigación científica, para mejorar la comprensión de los estudiantes en este campo; ya que es fundamental que esas ideas y concepciones sean reflexionadas en las aulas de clase en conjunto.

En resumen, hasta este punto se ha mostrado a grandes rasgos las problemáticas actuales de las actividades de laboratorio. Este panorama evidencia que aún se siguen presentando dificultades frente a las formas como se implementan los laboratorios a nivel mundial (Abrahams & Millar, 2008; Hodson, 1994). Desencadenando otras problemáticas fuertemente relacionadas y previamente analizadas tales como la falta de objetivos claros. Asunto que se vuelve complejo y afecta directamente el papel de las actividades de laboratorio en el aprendizaje de la ciencia. Debido a que si no hay unos objetivos claros y no

se comparten con los estudiantes, difícilmente se alcanzan las metas (Dekorver & Towns, 2016).

Finalmente, y al puntualizar sobre los objetivos a los que las actividades de laboratorio deberían apuntar, se encuentra un consenso entre autores sobre algunos fines. Entre esos objetivos surge el de la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia. Puesto que se ven las actividades de laboratorio como un espacio adecuado para entender el trabajo científico, la construcción del conocimiento y reflexionar acerca de la ciencia (Hofstein & Lunetta, 2004; Lunetta et al., 2007). Pero a pesar de esto la investigación sustenta que el logro de este objetivo es complejo; más aún cuando se enfrentan las problemáticas de la implementación y falta de fines claros en los contextos actuales de educación científica. Por tanto, se hace muy necesario seguir indagando sobre la implementación de las actividades de laboratorio y las visiones de naturaleza de la ciencia implicadas en estos espacios.

Por otra parte, esta problemática no es ajena a la educación superior de Colombia, en donde se ha tratado de analizarla forma de implementación de las actividades de laboratorio para a partir de allí elaborar propuestas novedosas y más efectivas de estas prácticas (Salcedo et al., 2005; Tamayo & López, 2012).

Por ejemplo, en su estudio, Tamayo & López (2012) analizan y caracterizan las prácticas de laboratorio de un programa de formación inicial de maestros; encontrando que las actividades de laboratorio implementadas en la Licenciatura en Biología y Química de la Universidad de Caldas son en su mayoría tipo receta y transmiten visiones distorsionadas de la ciencia.

Asimismo, algunos trabajos se han enfocado en la transformación de la actividad de laboratorio a través de las reflexiones sobre naturaleza de la ciencia. Dentro de esta línea de investigación se encuentra la investigación de Restrepo, Guzmán, & Romero, (2013), quienes realizan una propuesta de enseñanza de la física donde a través de actividades de laboratorio y la naturaleza de la ciencia, fomentan la argumentación de un grupo de profesores en un ambiente de educación no formal. Este trabajo fue catalogado por los participantes como una

propuesta con gran potencial pedagógico, debido a que a través de las actividades experimentales mejoraron su argumentación y comprendieron la naturaleza de la ciencia.

En esta misma línea, otros estudios colombianos están centrados en revisiones documentales y reflexiones epistemológicas sobre ciencia para guiar propuestas pedagógicas de actividades experimentales, en los contextos de las Licenciaturas en Matemáticas y Física y En Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad de Antioquia (Romero & Aguilar, 2013; Romero, Aguilar & Mejía, 2016).

Cabe resaltar que la mayoría de investigaciones en este contexto que analizan la problemática de las actividades de laboratorio y la naturaleza de la ciencia se centran primordialmente en la física. Además, la publicación de los estudios en revistas de alto impacto es nula y muchas veces están enmarcados en trabajos de pregrado y maestría sin publicar. Razones por las cuales es necesario seguir analizando el problema no sólo desde la física sino también desde la biología y la química. Y de esta manera ampliar más las perspectivas de este campo de investigación.

Por tanto y ante el panorama anterior, a fin de aportar al conocer y describir mejor la problemática que enfrentan las actividades de laboratorio en los cursos de física, química y biología de las Licenciaturas en Matemáticas y Física y En Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia; se plantean las siguientes preguntas de investigación y los objetivos que se describen a continuación.

1.4. Pregunta de investigación

¿De qué manera las formas de implementación de las actividades de laboratorio que se llevan a cabo en la formación inicial de profesores, contribuyen a una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico?

Para desarrollar esta pregunta de investigación principal, se han contemplado las siguientes preguntas secundarias:

¿Qué concepciones sobre naturaleza de la ciencia tienen los maestros en formación inicial y qué diferencias hay entre estas visiones en los niveles académicos analizados?

¿Cuáles son las características y nivel de indagación que presentan las prácticas de laboratorio en el contexto de los cursos de ciencias en la formación inicial de profesores en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia?

¿Existe alguna conexión entre las concepciones de naturaleza de las ciencias de los maestros en formación y la forma en qué se realizan las actividades de laboratorio?

1.5. Objetivo general

Evaluar las formas de implementación de las actividades de laboratorio y su contribución a una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico de los maestros en formación inicial.

Es importante analizar las formas de implementación de las actividades de laboratorio para que a partir de esas características se pueda entender su contribución a la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y el trabajo científico (Dekorver & Towns, 2016). Pues dependiendo de las formas de implementación y las características de las actividades de laboratorio; estas pueden mostrar visiones alejadas de la construcción de la ciencia. Por tal razón, es fundamental evaluar las formas de implementación de las actividades de laboratorio llevadas a cabo en la Licenciatura en Matemática y física y Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental para luego reflexionar sobre su contribución a las concepciones sobre ciencia de los maestros en formación.

1.6. Objetivos específicos

- 1. Caracterizar y analizar las formas de implementación de las actividades de laboratorio en la formación inicial de profesores de ciencia en el contexto de la Facultad de Educación.*

2. *Identificar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en formación y comparar esas visiones entre distintos niveles académicos.*
3. *Contrastar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial y las formas de implementación de las actividades de laboratorio, con el fin de determinar la contribución de las prácticas a la comprensión de la construcción del conocimiento y el trabajo científico.*

1.7. Hipótesis

De acuerdo con los objetivos, la pregunta de investigación y considerando los antecedentes del campo a investigar; las hipótesis que orientan este estudio son las siguientes:

H₁: Los maestros en formación inicial de semestres avanzados poseen una visión constructivista de la ciencia en comparación con aquellos de semestre iniciales.

Se considera esta premisa porque el maestro en formación inicial de los últimos semestres ha participado en más espacios de conceptualización, los cuales contribuirían a una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia. En comparación con los maestros en formación inicial de los primeros semestres con participación en pocos cursos. Este hecho se sustenta en las investigaciones y reflexiones teóricas donde es evidente que estar involucrado en cursos sobre ciencia y en los cuales se reflexione explícitamente sobre la construcción de la misma, mejora la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia (Abd-El-Khalick, 2013; Akerson, Abd-El-Khalick, & Lederman, 2000; Lederman & Lederman, 2014). Una evidencia de lo anterior la aporta el estudio de Wallace, Tsoi, Calkin, & Darley (2003) quienes sugieren que los maestros en formación de semestres avanzados al parecer poseen una comprensión más profunda de naturaleza de la ciencia en comparación con los participantes de semestres iniciales.

H₂: Las actividades de laboratorio que realizan los maestros en formación inicial en las diferentes licenciaturas son de tipo confirmatorio.

Se concibe esta idea al observar los resultados de algunas investigaciones donde se analizan el tipo de actividades de laboratorio implementadas en la enseñanza de la ciencia. Teniendo en cuenta estos hallazgos, se encuentra que las prácticas que priman en los diferentes contextos analizados son las de tipo confirmatorio o receta de cocina (Abrahams & Reiss, 2012; Tamayo & López, 2012). Por tal razón, se sospecha que los programas de formación de interés para este estudio presentan estas características.

1.8. Justificación

Como se expuso anteriormente, la importancia de la realización de prácticas de laboratorio en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias ha sido ampliamente reconocida por diversos expertos en este campo de investigación (ver, por ejemplo, Abrahams & Reiss, 2009; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Lunetta, Hofstein, & Clough, 2007). Sin embargo, en algunos centros de formación de profesores de ciencias, tales como los considerados en esta investigación, las prácticas de laboratorio se siguen desarrollando de una forma tradicional, sin tener en cuenta los principales objetivos de la educación científica, tales como la resolución de problemas, el aprendizaje por indagación o la comprensión de aspectos sobre la naturaleza de las ciencias. Por ello, se ha considerado que es de suma urgencia diseñar propuestas de laboratorio que apunten a identificar las dificultades que los estudiantes presentan a la hora de realizar estas prácticas, de tal suerte que contribuyan a un aprendizaje profundo y duradero de los aspectos más relevantes de la ciencia.

En esta misma dirección, se han identificado que los estudiantes que realizan experiencias de laboratorio privilegian más el desarrollo procedimental que la comprensión conceptual y la familiarización con una cultura científica. Claro está que este aspecto en particular está determinado por la forma como el profesor diseña la actividad y su concepción que tenga acerca de las actividades experimentales. En estas circunstancias, las prácticas que se realizan se han convertido, más en asunto instrumental, que una oportunidad para que los estudiantes aprendan sobre los fundamentos de la educación científica. Una visión como esta ha generado un gran desinterés de los estudiantes por estudiar ciencia (Rocad et al., 2007);

en particular, porque antes de realizar la práctica de laboratorio están muy entusiasmados y motivados, sin embargo, cuando asisten al lugar de su realización encuentran el asunto bastante decepcionante porque lo que se les pide es que sigan una guía, tomen unos datos y realicen un informe, dejando de lado la oportunidad única de resolver un problema o el fomentar la curiosidad.

En el contexto de esta investigación, se observa con preocupación que, salvo contadas excepciones las prácticas en su mayor número siguen un formato tradicional; esto es, buscando que el estudiante “descubra la ciencia” o verifique los aspectos teóricos que se han visto en el aula de clase. Estas razones y, considerando que los programas en donde se realizara el estudio tienen como prioridad que se mejoren la parte experimental, es preciso y oportuno llevar a cabo esta investigación, de tal modo que nos ayude a identificar las dificultades existentes y, con los resultados obtenidos podamos avanzar en el diseño de propuestas instruccionales que contribuyan con un aprendizaje profundo de los aspectos más relevantes de la educación científica en el contexto de la formación de profesores de ciencia.

Finalmente, las recomendaciones de un grupo de autores cuyo trabajo investigativo se centra en el campo de las actividades de laboratorio y la naturaleza de la ciencia, consideran necesario e importante seguir produciendo estudios que contribuyan a mejorar la comprensión del papel que juegan las actividades prácticas de laboratorio en la configuración de las visiones sobre ciencia y sobre las mismas prácticas (Hofstein & Lunetta, 2004; Lederman & Lederman, 2014).



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Marco Teórico

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

En los capítulos a desarrollar se describe a profundidad las consideraciones en torno a las actividades de laboratorio y la naturaleza de la ciencia. Este análisis se realiza a partir de investigaciones, reflexiones teóricas y estudios empíricos realizados a nivel internacional en un periodo de tiempo comprendido entre 1995 hasta 2017. La razón para la selección de este periodo es porque es precisamente donde las prácticas han tenido cambios importantes respecto a su implementación.

La información se obtuvo de bases de datos bibliográficas internacionales, tales como: ERIC, Science Direct, Scopus, Wiley, Ebsco y Web of Science y directamente en revistas electrónicas como Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, Enseñanza de las Ciencias, Science Education y Journal of Research in Science Teaching. Para esta búsqueda se utilizaron palabras clave en inglés y español como: trabajo práctico (practical work), laboratorio (Laboratory), experiencias de laboratorio (laboratory experiences), enseñanza basada en investigación (based-inquiry), naturaleza de la ciencia (nature of science), creencias epistemológicas (epistemological beliefs), profesor de ciencia (science teacher), educación en ciencias (science education).

Dentro de los hallazgos resultantes de esta búsqueda, se pueden resaltar las nuevas propuestas de implementación de las actividades de laboratorio. Las cuales están orientadas a integrar estas prácticas a investigaciones o estructurar las a través de unidades integradas (secuencias de instrucción donde se integran las actividades de laboratorio para favorecer el aprendizaje). Por otro lado, con respecto a la naturaleza de la ciencia, los resultados muestran que la investigación de los últimos años se concentra en evaluar estrategias para mejorar la comprensión sobre la construcción de la ciencia. Las principales conclusiones a las que llegan los estudios, reafirman la idea de que la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia es una excelente forma de lograr comprensión acerca de este conocimiento.

A partir de los resultados arrojados por la búsqueda se construye en principio los antecedentes y el capítulo teórico sobre las actividades de laboratorio. Ahora bien, el objetivo de la reflexión teórica es analizar la transformación y avances que han tenido las

actividades de laboratorio en cuanto a sus definiciones, objetivos y las propuestas que hay en torno a la temática, mostrando las fortalezas del campo y las limitaciones emergentes a través del tiempo.

Finalmente, se hace una reflexión acerca del papel de la actividad de laboratorio en la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Además, también se aborda la importancia del conocimiento sobre la construcción de la ciencia en el desarrollo de los laboratorios. Tema que se inicia haciendo referencia a la definición de naturaleza de la ciencia, características e importancia. Para luego de tener un punto de partida claro, mostrar los principales estudios y cómo han evolucionado los intereses investigativos en este campo hasta el presente.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



Capítulo 2

El rol de las Actividades de Laboratorio en la Educación en Ciencias

1 8 0 3

2.1. Conceptualización de las actividades de laboratorio en la educación científica

Para poder comprender el concepto de actividades de laboratorio, este se debe analizar dentro de la definición de trabajo práctico (conceptos estrechamente relacionados). La razón de su análisis, radica en que la conceptualización del trabajo práctico es confusa debido a la diversidad de términos y multiplicidad de definiciones para este constructo (Lunetta et al., 2007). Por ello, y con el fin de no caer en la confusión de ambos términos; actividad de laboratorio y trabajo práctico; se hace necesario revisar la literatura para comprender estos conceptos.

Al iniciar, es preciso anotar que la ambigüedad en la definición del término radica en que algunos autores toman los términos trabajo práctico, actividad de laboratorio y experimentos como sinónimos, sin hacer explícito que no todo el trabajo práctico se realiza en el laboratorio, y que no todo trabajo de laboratorio es experimental (Hodson, 1994).

La anterior confusión no solo consiste en una diferencia de términos; sino por el contrario involucra además diversas actividades tal y como afirma Hodson (1993, p. 97):

A pesar de la diferencia obvia entre, por ejemplo, los ejercicios prácticos diseñados para desarrollar habilidades de manipulación o de medida, los experimentos tipo demostrativo para ilustrar conceptos clave y las investigaciones que permiten a los niños hacer sus propias indagaciones, hay una tendencia de los investigadores de meter todas esas actividades bajo el mismo título de trabajo práctico.

Sin embargo, el problema que resalta Hodson hace 24 años es bastante profundo y actual, al no tenerse una conciencia sobre la naturaleza de las actividades mencionadas, la multiplicidad en los procedimientos y sus implicaciones para la educación científica.

Por ejemplo, en algunas definiciones sobre trabajo práctico se resaltan principalmente las actividades de tipo procedimental, tal es el caso de la definición más común y utilizada en Europa según Abrhams & Reiss (2012) quienes afirman que el trabajo práctico es un:

Término que se refiere a cualquier tipo de enseñanza y actividad de aprendizaje en la cual los estudiantes, trabajan ya sea en forma individual o en pequeños grupos, son involucrados en la manipulación y/o observación de objetos reales y materiales (ejemplo, determinación de cuáles objetos de una selección son magnéticos llevando a cabo observación y la prueba de llama) a diferencia de los objetos y materiales virtuales como los obtenidos de un DVD, una simulación computacional o un reporte textual (p.1036).

Siguiendo con la idea de los autores, es importante aclarar que dentro de esta definición de trabajo práctico se incluyen las actividades tipo receta, los experimentos y las investigaciones como actividades que se pueden realizar en espacios diferentes al típico laboratorio. Por consiguiente, estos prefieren denominar a todas estas actividades como trabajos prácticos y no actividades de laboratorio (Abrahams & Reiss, 2012).

Ahora bien, aunque el panorama mostrado por estos dos autores sobre el concepto en análisis, específica y define bien la naturaleza de las actividades que involucra; esta definición no aclara el papel desempeñado por el estudiante y las implicaciones que trae al ser partícipes de las diferentes actividades. Además, aunque la definición dada por estos autores es relativamente reciente, en esta aún se observa la reducción del trabajo práctico a actividades centradas en la manipulación de técnicas y objetos, haciéndose también evidente la confusión de términos, pues se consideran las actividades tipo receta de igual naturaleza que las investigaciones al estar bajo el mismo rotulo de trabajo práctico.

Por tal motivo, se hace necesario analizar otra definición, que pueda dar explicación de las implicaciones que traen para los estudiantes estas actividades a las que hace referencia el trabajo práctico. Para esto, la definición que cumple con este criterio y amplía el concepto es la construida por Leite & Dourado (2013); quienes afirman:

Los trabajos prácticos tienen que ver con las actividades prácticas que requieren estudiantes activos e involucrados desde el punto de vista cognitivo. Estas pueden incluir actividades de laboratorio (LA's) también como actividades de papel y lápiz,

actividades de campo u otro tipo de actividades. El trabajo de laboratorio abarca todas las actividades de laboratorio que los estudiantes hacen (p. 1680).

Lo anterior da luces no sólo acerca de lo qué es el trabajo práctico, de las actividades que involucra, sino también deja clara la diferenciación entre las diversas prácticas y el papel del estudiante que participa en estas.

Además, la aclaración que hacen Leite & Dourado (2013) es importante puesto que queda explícito que el concepto de trabajo práctico no se reduce sólo exclusivamente a las actividades de laboratorio o a la reproducción de experimentos a modo de receta como se sigue presentando en algunos contextos (Abrahams & Reiss, 2012).

Finalmente, lo anterior se convierte en una razón de peso para que en esta investigación se adopte la definición dada por Leite & Dourado (2013). Que en suma, explícita y reúne las visiones de otros autores con aportes importantes en el campo de los trabajos prácticos, tales como Hodson (1994, p. 305) que se refiere al trabajo práctico como “cualquier método de aprendizaje que exija a los alumnos que sean activos en lugar de pasivos...”.

Ahora, al tener claro que los trabajos prácticos abarcan diversas actividades, entre ellas las actividades de laboratorio, y al comprender que estos dos conceptos no son sinónimos. Es preciso, analizar la definición de este último término.

Para comenzar el análisis, es importante tener en cuenta que debido a la confusión presente en la definición de conceptos, es lógico que no haya un consenso entre los autores sobre la definición de actividad de laboratorio. A pesar de ello, si se observan y se analizan a profundidad algunas definiciones se pueden ver puntos de encuentro y similitud entre esas diversas posiciones.

Si se analizan los constructos de Lunetta et al. (2007), se encuentra que estos autores definen las actividades de laboratorio como:

Experiencias de aprendizaje en las cuales los estudiantes interactúan con materiales o fuentes secundarias de datos para observar y comprender el mundo natural (por ejemplo: fotografías aéreas para examinar las características de la Luna y de la geografía de la Tierra; espectros para analizar la naturaleza de las estrellas y las atmósferas, imágenes de sonar para examinar los sistemas vivos. (p. 394)

Es importante anotar que esta es la misma definición que Hofstein y sus colegas usan en otros artículos teóricos y de investigación (Hofstein & Lunetta, 2004; Katchevich, Hofstein, & Mamlok-Naaman, 2013).

En la anterior definición se resalta entonces que las actividades de laboratorio son una interacción de los estudiantes con diferentes datos o elementos que permitan el análisis de un fenómeno o concepto. Esto es muy similar a las consideraciones de Singer et al., (2005) quienes definen la actividad de laboratorio como una “experiencia de laboratorio que da oportunidad a los estudiantes para interactuar directamente con el mundo material (o con datos obtenidos del mundo). Usando las herramientas, las técnicas de recolección de datos, modelos y teorías de la ciencia” (p. 3).

Ahora, esta última concepción resalta principalmente la interacción de los estudiantes con datos y fenómenos mediante herramientas. No obstante, es importante analizar que los autores no se quedan solo en la parte instrumental de la actividad y por el contrario mencionan la importancia del análisis de las teorías y modelos científicos para interactuar con el mundo.

Asimismo, Leite & Dourado (2013) también consideran que las actividades de laboratorio le permiten a los estudiantes interactuar y analizar el mundo a partir de materiales, afirmando que:

Las actividades de laboratorio tienen que ver con cosas como el estudio del mundo natural desde su reproducción interior, el análisis o descubrimiento de la estructura subyacente de la composición material de algún objeto o muestra material. Esto requiere de aquellos materiales usuales de laboratorio u otros materiales alternativos.

Esto puede llevarse a cabo en el laboratorio de ciencias del colegio o en el salón de clase (p. 1680).

Por consiguiente y a modo de resumen, al poner en contraste las tres definiciones antes mencionadas, se puede notar que estas se refieren a que las actividades de laboratorio son experiencias que permiten el análisis del mundo y su observación mediante la interacción con datos o materiales que pueden ser de laboratorio o alternativos. De igual manera, los autores mencionan que las actividades de laboratorio no solo se llevan a cabo en los típicos espacios de laboratorio y que por el contrario se pueden realizar en otros ambientes. Por otro lado, es válido aclarar que estos autores analizados son unos de los pocos que definen la actividad de laboratorio directamente, y que en sus demás investigaciones conservan la idea (Hofstein & Lunetta, 2004; Katchevich et al., 2013; Lunetta et al., 2007). A diferencia de otros investigadores en cuyos reportes no se enfocan en la conceptualización del trabajo práctico o de la actividad del laboratorio, y prefieren profundizar en los objetivos e importancia de estas actividades (Abrahams & Millar, 2008; Millar, 2009).

En concreto, para esta investigación se considera que las actividades de laboratorio son todas aquellas prácticas en las que los estudiantes ya sea mediante trabajo individual o grupal interactúan directamente con modelos o fenómenos de la naturaleza. Siendo un participante activo cognitivamente en términos de la formulación de preguntas, resolución de problemas y generación de discusiones. Adquiriendo habilidades y destrezas en el uso de instrumentos, la recolección de datos, indagación y análisis de resultados.

Ahora, estas claridades sobre el concepto de actividad de laboratorio, permite analizar la importancia de esta actividad para el aprendizaje de las ciencias. Siendo la conceptualización un aspecto clave para ello, porque las implicaciones e importancia cambian dependiendo de la definición trazada.

2.2. El impacto de las actividades de laboratorio en el aprendizaje de la ciencia

La importancia y el impacto de las actividades de laboratorio en la educación científica han sido ampliamente reconocidos por diversos autores representativos en este campo de investigación (Hofstein & Lunetta, 2004; Katchevich et al., 2013; Lunetta et al., 2007). Algunos como Katchevich et al. (2013), consideran que el laboratorio planteado adecuadamente (evitando caer en la reproducción de procedimientos) es de vital importancia para desarrollar habilidades de aprendizaje como la formulación de preguntas, el desarrollo del pensamiento crítico, destrezas metacognitivas y otras habilidades como la observación, construcción de hipótesis y el análisis de resultados. Ya que provee oportunidades para que los estudiantes interactúen entre sí y discutan, permitiendo que se aprenda el conocimiento científico al pensar y hacer ciencia (Katchevich et al., 2013; Tobin, 1990).

Consideraciones similares poseen Lunetta et al. (2007) al afirmar que el laboratorio de ciencias es un recurso que puede mejorar el interés de los estudiantes por el conocimiento científico y sus procesos y el conocimiento de herramientas y habilidades. Además de ayudar a los estudiantes a vislumbrar las ideas acerca de la naturaleza de la ciencia. En suma a esto, los autores también mencionan que las experiencias de laboratorio pueden proveer oportunidades a los profesores para conocer el pensamiento de los estudiantes y la forma como negocian significados con sus compañeros.

Desde estas perspectivas, los espacios del laboratorio son de suprema importancia para aprender ciencias al permitir el acercamiento de los estudiantes a las formas de deconstrucción del conocimiento científico. Adicionalmente, el trabajo en equipo en las actividades de laboratorio permite a los estudiantes aprender sobre el trabajo colaborativo de la comunidad científica. Según Lunetta et al. (2007), es importante promover mediante las actividades de laboratorio discursos reflexivos, centrando la atención en lo colaborativo y la negociación.

Debido a las potencialidades antes mencionadas, las actividades de laboratorio juegan un papel central en el currículo de ciencias puesto que la participación de los estudiantes en estos espacios facilita la conquista cognoscitiva, afectiva y el logro de los objetivos prácticos (Mamluk-Naaman & Barnea, 2012).

No obstante, es importante resaltar que el impacto de las actividades de laboratorio depende del enfoque de su implementación y los objetivos buscados. La investigación en el campo resalta todos los factores importantes antes mencionados. Pero los estudios exponen diferentes propuestas para lograr esos impactos en el aprendizaje de la ciencia.

Algunos ejemplos de esos estudios donde se muestra el impacto de las actividades de laboratorio en el aprendizaje de las ciencias a través de diversas estrategias son: la investigación de Sampson, Enderle, Grooms, & Witte (2013) que muestra un impacto positivo de una serie de actividades de laboratorio en la capacidad argumentativa de los estudiantes. Lo cual se logró orientando estas prácticas bajo el enfoque denominado investigación basada en argumentos. De igual forma, el estudio de Katchevich et al. (2013) evidencia que las actividades de laboratorio tipo investigación, favorecen más la capacidad de argumentación en los estudiantes; en comparación con las prácticas de tipo confirmatorio (enfocadas en la reproducción de procedimientos).

Finalmente, se puede inferir a partir del anterior análisis que el impacto de las actividades de laboratorio en el aprendizaje de las ciencias depende en su mayoría, de la concepción acerca de estas actividades, de las estrategias orientadoras de esas prácticas (la investigación, la argumentación, solución de problemas etc.) y de los objetivos que guíen su implementación. Lo cual hace tomar conciencia de la complejidad de su implementación y de todos los aspectos a evaluar para lograr las metas propuestas. Por tal razón se hace ahora necesario analizar a profundidad los objetivos de las actividades de laboratorio.

2.3. Fines de las actividades de laboratorio en la enseñanza de la ciencia

Es en este punto donde hablar de la importancia de las actividades de laboratorio nos lleva a profundizar en los diferentes tipos de objetivos que se pueden tener con estas prácticas. En términos de esos fines para la enseñanza de la ciencia, estos pueden ser muy diversos desde la perspectiva del autor que se tome y también depende del tipo de actividad de laboratorio a implementar (si son de tipo confirmatorio, investigaciones estructuradas y abiertas) tal y como se discutirá posteriormente.

Además de la precisión anterior, es importante tener en cuenta que los objetivos de las actividades de laboratorio han ido evolucionando y cambiando a través del tiempo junto con el currículo de ciencias (Lunetta et al., 2007). Las reflexiones e investigaciones han conducido a considerar que estas actividades tengan fines como: la comprensión de los conceptos, hechos y teorías científicas, comprender la naturaleza de las ciencias, aprender sobre el trabajo científico y desarrollar capacidad para resolver problemas, argumentar e investigar (Torres, 2013). Con el fin de especificar a qué hace referencia cada objetivo se hace una descripción de cada uno a continuación.

2.3.1. Comprensión de los conceptos, hechos y teorías científicas

Las actividades del laboratorio al permitir a los estudiantes acercarse directamente a los fenómenos y problemáticas científicas, se convierten en un espacio fundamental para la comprensión de los conceptos y teorías científicas. Lunetta & Hofstein (2003) sustentan esta idea al afirmar que los laboratorios como intento de variar los ambientes de aprendizaje pueden contribuir a mejorar la comprensión de conceptos, herramientas y percepciones de la ciencia y su desarrollo.

La importancia de este objetivo radica en que las actividades de laboratorio ayudarían a contribuir con uno de los problemas de la enseñanza de las ciencias que tiene relación con la dificultad de los estudiantes para aprender los conceptos científicos. Este problema radica

en la abstracción e idealización de modelos muchas veces matemáticos en la que se basan esos conceptos y teorías (Duit, Niedderer, & Scheker, 2007).

Sin embargo, a pesar de que las actividades de laboratorio pueden ayudar a comprender mejor los conceptos científicos y proveer una comprensión del desarrollo conceptual (Abrahams & Reiss, 2012; Abrahams, Reiss, & Sharpe, 2014). No es pertinente considerar que el solo hecho de implementar una actividad práctica los estudiantes van a mejorar su aprendizaje. Tal y como se menciona en el apartado anterior, el impacto de las actividades de laboratorio depende de su enfoque y de la consciencia acerca de sus fines. La actividad en sí misma no permite alcanzar los objetivos de enseñanza científica. Así como lo resalta Millar (2009):

Muchos profesores de ciencias creen que los trabajos prácticos le permiten a los estudiantes aprender mejor – porque todos nosotros entendemos y recordamos cosas mejor si las hemos hecho por si mismos. Pero cualquiera que haya enseñado ciencia, sabe por experiencia que los estudiantes a menudo no aprenden de una actividad práctica, lo que nosotros esperamos que aprendan – y los estudios de investigación tienden a soportar esta visión (p.1).

Esta creencia resaltada por Millar confunde el concepto de trabajo práctico con el de actividad de laboratorio y los reduce a prácticas donde priman los procedimientos y los estudiantes sólo van a seguir instrucciones. Problemática tratada posteriormente.

2.3.2. Comprender la naturaleza de las ciencias

Por otra parte, las actividades de laboratorio permiten a su vez la comprensión acerca de la forma como se construye la ciencia, entender la multiplicidad de métodos científicos y concebir la ciencia como un proceso no lineal. Esta idea, resulta importante al considerar la comprensión de naturaleza de las ciencias como una meta del trabajo práctico y por tanto de las actividades de laboratorio (Sandoval & Morrison, 2003; Lunetta et al, 2007).

El cumplimiento de este objetivo en el desarrollo de las actividades de laboratorio es importante porque “las creencias de los estudiantes acerca de la naturaleza de las ciencias y el conocimiento científico y las vías por las cuales el conocimiento es producido y evaluado afectan el intento de los estudiantes de aprender ciencia” (Sandoval & Morrison; 2003, p. 369).

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que el fin de comprender la naturaleza de la ciencia es recíproco. Es decir, la actividad de laboratorio es un espacio adecuado para lograr esta comprensión; pero a su vez el conocimiento sobre naturaleza de la ciencia es fundamental para aprender en el laboratorio (Hofstein & Lunetta, 2004; Lunetta et al., 2007). Desde este sentido, si se reduce la actividad de laboratorio a un proceso; los estudiantes poco comprenderían la ciencia y construirían creencias alejadas del funcionamiento y forma de construcción del conocimiento. Este se convierte en un asunto delicado ya su vez en una razón que justifica diversas propuestas de transformación de las actividades prácticas. Un ejemplo de estas estrategias son las actividades tipo investigación planteadas para mejorar las creencias epistemológicas de los estudiantes (Abd-El-Khalick et al., 2004; Bartos & Lederman, 2014; Hofstein et al., 2005). Tema a ampliar en posteriores apartados.

En resumidas cuentas, las actividades de laboratorio son espacios de gran importancia para lograr la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Debido a que permite a los estudiantes participar de los procesos de construcción del conocimiento, involucrarse en discusiones, analizar y reflexionar sobre la ciencia.

2.3.3. Aprender sobre el trabajo científico

Las actividades de laboratorio deben permitir a los estudiantes plantear preguntas e hipótesis, replantear los procedimientos y creencias, construir modelos acerca de los fenómenos estudiados y participar de discusiones con sus pares donde se argumenten y

defiendan ideas. Estas actividades mencionadas son en resumidas cuentas, prácticas llevadas a cabo dentro de la comunidad científica cuando construye un conocimiento o genera un nuevo aporte al proceso científico.

Sustentando lo anterior Martínez Torregrosa, Domenech Blanco, Menargues Marcilla, Romo & Guadarrama (2012) afirman que la actividad de laboratorio es fundamental para reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento científico, la elaboración de diseños experimentales lógicos, el análisis de datos, el planteamiento de hipótesis y la resolución de problemas.

No obstante, las actividades prácticas para contribuir al aprendizaje del trabajo científico deben trascender de lo procedimental. Y convertirse en actividades donde los estudiantes tomen el control de su propio aprendizaje. Mediante integración de espacios donde se construyan preguntas, hipótesis, se diseñen investigaciones y se den oportunidades para retroalimentar y reflexionar sobre los aprendizajes.

Desde estos presupuestos, la actividad de laboratorio como su definición lo aclara, son espacios donde los estudiantes son activos no sólo por llevar a cabo procesos. Sino por apropiarse de su aprendizaje, mediante la reflexión y autorregulación de lo comprendido.

2.3.4. Desarrollar habilidades de trabajo en equipo

El laboratorio provee oportunidades para interacciones cooperativas y productivas entre estudiantes y maestros quienes tienen el potencial de promover un ambiente positivo de aprendizaje. Este ambiente depende de la naturaleza de las actividades realizadas en el laboratorio (Lunetta, Hofstein, 2003).

Lo anterior toma sentido si comprendemos que el conocimiento científico es una construcción social e histórica. Donde los hallazgos y nuevas teorías se discuten en grupos o comunidades académicas. Para ello las actividades de laboratorio son importantes en el

sentido de mejorar los grupos de estudio y aprendizaje que se fortalecen cuando los estudiantes se involucran en diversos trabajos o experiencias de laboratorio.

Finalmente, el comprender los principales fines de las actividades de laboratorio invita a pensar en estrategias y las formas de implementación para alcanzarlos. Siendo importante este asunto, un cuerpo grande de la investigación dirige la mirada y la reflexión a mejorar las actividades de laboratorio, generando propuestas y trabajos con grandes aportes.

2.4. Más allá de los procedimientos: estrategias para mejorar el aprendizaje en los espacios de laboratorio

Debido a la importancia de las actividades de laboratorio en la educación científica, se aumenta la producción en investigación de objetos diversos. Tal es el caso de algunos estudios donde se evalúan propuestas con el objetivo de mejorar los procesos de este trabajo de laboratorio (Hofstein et al., 2005; Mandler, Blonder, Yayon, Mamlok-Naaman, & Hofstein, 2014; Martínez Torregrosa et al., 2012; Sandoval & Morrison, 2003; Yacoubian & BouJaoude, 2010). Otras investigaciones buscan hacer un análisis del papel que cumplen los trabajos prácticos (basados en las actividades de laboratorio) en la escuela y cómo son evaluados estos procesos (Abrahams & Millar, 2008; Abrahams & Reiss, 2012; Toplis & Allen, 2012). A diferencia, otros estudios buscan analizar los objetivos de las actividades de laboratorio y las concepciones de los maestros (Nivalainen, Asikainen, & Hirvonen, 2013; Werner & Becker, 2007).

Sin embargo, todos estos estudios centran sus esfuerzos en mejorar la problemática permanente de la implementación de las actividades de laboratorio. Y se trata de paliar el problema enfocando el trabajo de laboratorio desde diferentes propuestas, tales como las unidades integradas, las actividades de laboratorio basadas en la resolución de problemas y las de tipo investigación. Este último enfoque ha tomado bastante fuerza en la producción científica reciente.

2.4.1. Las actividades de laboratorio como parte de las unidades integradas de instrucción

Ante la necesidad de actividades de laboratorio realmente eficaces con los objetivos de la educación científica; los investigadores plantearon el trabajo de laboratorio mediante las unidades integradas de instrucción. Este enfoque ha sido ampliamente trabajado por autores como Singer et al. (2005). Para estos investigadores, la experimentación por sí sola no permitía la comprensión de las temáticas relacionadas con las ciencias, por tanto se hizo indispensable que las actividades de laboratorio se incorporaran a otras actividades (lecturas, conferencias, vídeos y discusiones) con el fin de crear secuencias de instrucción que favorecieran el aprendizaje.

Con la propuesta de las unidades integradas cambia la aplicación y el abordaje de los laboratorios en ciencia, ya que desde esta perspectiva la enseñanza de las ciencias involucra cuatro aspectos íntimamente relacionados y complementarios. El primer aspecto concibe como punto de partida para la enseñanza las preconcepciones y creencias culturales que poseen los estudiantes acerca de los fenómenos científicos. El segundo aspecto se relaciona con crear un ambiente semejante al medio donde se construye la ciencia, para ello son indispensables las actividades de laboratorio. El tercer aspecto es tener en cuenta la continua valoración del proceso de aprendizaje y la retroalimentación. Por último, se debe hacer un entorno comunitario donde se establezcan reglas y se discutan los pensamientos y conocimientos con los estudiantes. Estos cuatro aspectos mencionados son estrategias para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y están sustentadas por investigaciones realizadas en el campo (Singer et al., 2005).

Las investigaciones realizadas bajo este enfoque son reducidas, y evalúan generalmente la importancia de alguno de los aspectos mencionados anteriormente. Sin embargo, el estudio de Cobb, Confrey, Lehrer & Schauble (2003), evalúa y propone el diseño de actividades de laboratorio y experimentos teniendo en cuenta varios de los aspectos mencionados. Justificando la importancia de cada uno de ellos para el logro de los objetivos

de las prácticas. Estos autores resaltan el papel del maestro como un guía que orienta la acción de los estudiantes.

No obstante, a pesar de que las unidades integradas son un enfoque interesante para mejorar la eficacia de las actividades de laboratorio, la investigación se ha centrado en trabajar otras estrategias y enfoques como las prácticas basadas en la resolución de problemas.

2.4.2. Las actividades de laboratorio basadas en la solución de problemas: el aprendizaje de habilidades metacognitivas

Destacando la potencialidad de los espacios de laboratorio y a fin de aprovechar al máximo estas prácticas. Han surgido propuestas orientadoras donde se enfoca la actividad de laboratorio mediante la solución de problemas. Esta estrategia se justifica al considerar las ventajas que traerían las prácticas en el aprendizaje de habilidades metacognitivas y del quehacer científico.

La anterior justificación es válida, puesto que el aprendizaje de habilidades metacognitivas para la enseñanza y comprensión de la ciencia ha sido un tema reconocido como importante y necesario en la formación de maestros de ciencias. Siendo fundamental que los futuros profesores construyan autonomía, aprendizajes informados sobre el conocimiento elaborado y el nuevo que se le propone (Ángulo, 1998).

Ahora bien, dentro de las investigaciones centradas en evaluar las potencialidades de esta propuesta, se encuentra la realizada por Sandi-Urena, Cooper, & Stevens (2012) quienes exploran las ventajas de una propuesta de laboratorio de química basada en el trabajo colaborativo de problemas. Los participantes del estudio fueron estudiantes universitarios del primer curso de química. Los datos se obtuvieron mediante el programa IMMEX donde se producían los problemas a ser resueltos por los estudiantes. Los investigadores encontraron que esta propuesta mejora las habilidades metacognitivas de los estudiantes, las cuales pueden ser transferidas a diversas situaciones.

Otro estudio cuantitativo con objetivo similar al de Sandi-Urena et al. (2012) también muestra evidencia estadísticamente significativa del desarrollo de habilidades metacognitivas a través de una propuesta de laboratorio basada en problemas (Huriye, 2015). La investigación fue desarrollada con maestros en formación inicial pertenecientes a un curso de biología de segundo semestre. Mediante el instrumento para evaluar las habilidades metacognitivas en adultos se toman los datos, antes y después de la intervención. Luego se comparan los resultados mediante una prueba T que muestra diferencias significativas entre el pretest y el postest. Huriye (2015) concluye que la propuesta del laboratorio de biología basado en problemas contextualizados, es un espacio adecuado para el aprendizaje de habilidades metacognitivas.

Sin embargo, no todas las investigaciones en torno a las actividades de laboratorio basadas en problemas se centran en el desarrollo de habilidades metacognitivas. Un ejemplo de ello son los estudios de Ünal & Özdemir (2013) y Shultz & Li (2016) en los cuales se trata de analizar otras potencialidades del enfoque (el aprendizaje de los procesos científicos y la alfabetización científica).

Los resultados del estudio de Ünal & Özdemir (2013) muestran que el enfoque de los laboratorios basados en problemas de un curso universitario de física; pueden ayudar al estudiante a aprender habilidades del trabajo científico.

Por otro lado, la investigación de Shultz & Li (2016) realizada en un curso de química orgánica universitario mediante una metodología mixta, muestra que a pesar de que la estrategia de actividades de laboratorio basadas en problemas puede potencializar diversas habilidades; poco puede impactar en el desarrollo de habilidades de alfabetización científica informada. Esto se evidenció en la medida de que los estudiantes durante las sesiones de laboratorio seguían implementando información de fuentes poco confiables para resolver los problemas.

En resumidas cuentas, estas investigaciones muestran algunas ventajas del enfoque de actividades de laboratorio basadas en la resolución de problemas. Sin embargo, los laboratorios tipo investigación es el enfoque que toma más fuerza puesto que permite potencializar más aprendizajes. Acercar las actividades de laboratorio a la investigación permite involucrar a los estudiantes en actividades colaborativas de solución de problemas, búsqueda de información, discusiones, formulación de cuestiones e hipótesis y demás actividades del quehacer científico.

2.4.3. Las actividades de laboratorio tipo investigación

El enfoque de actividad de laboratorio tipo investigación, es posiblemente la propuesta más completa para mejorar el cumplimiento de los objetivos y la implementación de los laboratorios. Esta estrategia permite abordar diferentes desafíos al mismo tiempo, en comparación con los enfoques antes descritos. Guiar las experiencias de laboratorio desde la investigación provee una imagen real del mundo científico. Además del aprendizaje de múltiples habilidades como la formulación de preguntas e hipótesis, la argumentación, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y de los conceptos científicos (Hofstein et al., 2005; Yacoubian & BouJaoude, 2010). En resumidas cuentas, esta propuesta permite cumplir con la mayoría de objetivos principales de las actividades de laboratorio; razón por la cual este enfoque es el tomado como guía de la presente investigación.

Las ventajas mencionadas anteriormente se evidencian en los estudios realizados con este enfoque; dentro de los cuales se puede resaltar el de Hofstein et al. (2005) en cuya investigación se evaluó el impacto en la formulación de preguntas de una propuesta de actividad de laboratorio basada en la investigación. Mediante una metodología experimental, se comparó la capacidad para formular preguntas de un grupo participante en actividades de laboratorio tipo investigación y la del grupo control el cual desarrolló actividades de laboratorio tipo confirmatorias (receta). Los principales resultados evidencian que los estudiantes involucrados en las actividades tipo investigación desarrollaron mejor comprensión y capacidad para formular preguntas en comparación con el grupo control.

Otros estudios además de evidenciar que la propuesta permite una comprensión de los conceptos científicos y la formulación de preguntas; muestran logros en el desarrollo del pensamiento crítico y habilidades de investigación. Ejemplo de ello es la investigación llevada a cabo en un curso universitario de química; en el cual se promovieron las actividades de laboratorio tipo investigación basados en el análisis de una problemática real relacionada con la contaminación de agua (Mandler et al., 2014).

Asimismo, también hay evidencia para afirmar que las actividades de laboratorio tipo investigación mejoran la capacidad de argumentación en los estudiantes universitarios. Este fue el hallazgo principal de la investigación llevada a cabo por Katchevich et al. (2013). Este estudio principalmente cualitativo mostró que los estudiantes involucrados en actividades tipo investigación tenían un discurso más rico en argumentos en comparación con los estudiantes involucrados en actividades de laboratorio tipo receta.

Finalmente, es importante resaltar que el enfoque de las actividades de laboratorio tipo investigación es importante al contribuir con uno de los objetivos principales de la educación científica el cual se refiere a la enseñanza de habilidades de investigación. Meta de alfabetización que toma gran relevancia al buscar la adquisición de destrezas para hacer investigación en el contexto de la ciencia y el desarrollo de la comprensión de asuntos epistemológicos acerca de la naturaleza de la ciencia (Abd-El-Khalick et al., 2004). Así, una vez más se sustenta la idea de dejar a un lado las actividades tipo receta o confirmatorias y transformarlas en investigaciones para contribuir con una visión más contemporánea de la construcción de la ciencia. Pues la comprensión de la naturaleza de la ciencia es una cuestión compleja como se tratará en el siguiente capítulo.

2.5. A modo de resumen

Durante este análisis teórico se ha conducido a fortalecer un concepto sobre la actividad de laboratorio que trasciende desde la típica reproducción de procedimientos sin sentido llevados a cabo por el estudiante. Esta actividad adquiere otro significado al

concebirla como experiencias de aprendizaje donde se interactúan con datos para comprender y analizar el mundo natural. Partiendo de la conceptualización de las actividades de laboratorio se pueden comprender los objetivos de su implementación. Ahora bien, dentro de las principales metas asignadas a estas prácticas se encuentra la comprensión de la actividad científica, los conceptos, teorías y hechos científicos, la reflexión y entendimiento de la naturaleza de la ciencia y el fortalecimiento del trabajo en equipo. Sin embargo, la falta de un concepto claro sobre la actividad de laboratorio y la poca planeación al implementarla, permiten explicar los serios problemas de estas prácticas para contribuir con el aprendizaje de las ciencias. Así pues, con el fin de mitigar esta problemática de la actividad de laboratorio los expertos en la temática evalúan propuestas mediante diversos estudios; donde se trata de transformar e integrar estas prácticas a las denominadas unidades integradas de instrucción, la investigación y la resolución de problemas.

No obstante, de todas estas propuestas, la que más contribuciones hace a la problemática es la de las actividades de laboratorio tipo investigación, pues no sólo permite alcanzar los objetivos propuestos para estas prácticas sino que además ayuda a cumplir metas de la educación científica en general. Estos últimos fines están orientados por la necesidad de involucrar a los estudiantes en investigaciones permitiendo no sólo la comprensión de los conceptos científicos sino además el entendimiento de la naturaleza de la ciencia.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



Capítulo 3

**La Importancia de la Naturaleza de
la Ciencia en la Construcción del
Conocimiento Científico**

1 8 0 3

El objetivo de este capítulo es exponer la contribución de las actividades de laboratorio en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el aporte de este conocimiento al mejoramiento de la educación científica. Inicialmente se muestra mediante la evidencia investigativa el aporte de las actividades de laboratorio sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Posteriormente, y a fin de comprender mejor el panorama, se define el concepto de la naturaleza de la ciencia y sus características, luego se reflexiona acerca de la importancia en el aprendizaje y por tanto en la educación científica. Finalmente, se cierra el capítulo con el resumen de las principales ideas teóricas encontradas.

3.1. Contribución de las actividades de laboratorio a la comprensión sobre naturaleza de la ciencia

De igual forma como se expuso en el capítulo anterior, las actividades de laboratorio tienen como objetivo lograr la comprensión sobre naturaleza de la ciencia. Además, desde la reflexión teórica se muestran estas prácticas como espacios propicios para el acercamiento no sólo a los procesos científicos sino también a la reflexión sobre la construcción del conocimiento científico.

Sin embargo, es ahora preciso responder ¿cuál es la contribución real de las actividades de laboratorio a la comprensión de la naturaleza de la ciencia? Aunque no es posible llegar a una respuesta definitiva sobre este cuestionamiento; se hace más factible analizarla desde las investigaciones realizadas acerca de la temática.

Para dar respuesta al anterior cuestionamiento, la investigación realizada por Vhurumuku, Holtman, Mikalsen & Kolsto (2006) analiza el impacto de las actividades de laboratorio en las visiones sobre naturaleza de la ciencia de 492 estudiantes pertenecientes a 12 escuelas. Las entrevistas y cuestionarios implementados arrojan que los laboratorios tienen un gran aporte a la construcción de las concepciones de la naturaleza de la ciencia. No obstante, las actividades de laboratorio al parecer implícitamente promovieron ideas erróneas sobre la naturaleza de la ciencia. Esto fue a causa de las formas de implementación, además

de otros factores del contexto de los estudiantes que contribuyeron a la formación de estas visiones.

Ahora bien, la problemática de las actividades de laboratorio en relación con la naturaleza de la ciencia va más allá de las formas de implementación; y está relacionada también con las concepciones epistemológicas que tengan los maestros y los objetivos que persigan a la hora de implementar las actividades de laboratorio. Lo anterior se sustenta en los resultados obtenidos en la investigación de Kang & Wallace (2005) la cual se centró en explorar la relación existente entre las creencias epistemológicas de los maestros y las metas de enseñanza observadas en las prácticas de laboratorio llevadas a cabo bajo su instrucción. Para la investigación se entrevistaron y observaron las prácticas de tres maestros de secundaria. Entre los resultados arrojados se encuentra que los maestros poseen creencias epistemológicas ingenuas lo cual se refleja en las prácticas. Los autores también resaltan que creencias sofisticadas sobre epistemología no son claramente conectadas con los ejercicios. Dentro de sus conclusiones principales encuentran que es necesario que los maestros pongan a discutir sus creencias epistemológicas, las metas de instrucción y las condiciones del contexto, con el fin de hacer conscientes y coherentes las actividades de laboratorio.

Así pues, los resultados de las anteriores investigaciones justifican la necesidad de transformar las actividades de laboratorio a la luz de prácticas de tipo investigación para así, poder contribuir al aprendizaje de la naturaleza de la ciencia (Hofstein et al., 2005; Sandoval & Morrison, 2003; Wallace et al., 2003). Esta necesidad surge porque las formas típicas de implementación de las actividades de laboratorio tal y como se comprueba no estaban contribuyendo a un aprendizaje adecuado de la naturaleza de las ciencias (Hofstein & Lunetta, 2004).

Dado este panorama algunos estudios se centran en comparar la contribución en el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia de las actividades de laboratorio tradicionales y de tipo investigación. Esto con el fin de aportar nuevas evidencias acerca de la problemática mencionada y contribuir con soluciones al evaluar las propuestas.

Dentro de los estudios que aportan esta evidencia, se puede resaltar el llevado a cabo por Blanchard et al.(2010). Estos autores compararon dos tipos de metodología de laboratorio (confirmatorio y de investigación). Mediante un pretest y un posttest evaluaron el conocimiento acerca de los conceptos de ciencias, la investigación y la naturaleza de la ciencia de los 1200 estudiantes que participaron. A partir de un diseño longitudinal de medidas repetidas encontraron que los estudiantes participantes en la metodología de laboratorio tipo investigación mejoraron significativamente el conocimiento conceptual, la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y la investigación. Además, los hallazgos muestran que estos aprendizajes eran retenidos por un largo periodo tiempo. Por otro lado, los estudiantes participantes del laboratorio tipo confirmatorio no mejoraron su conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia.

Asimismo, es importante resaltar que el conocimiento sobre la naturaleza de las ciencias que tienen los estudiantes, influencia también el aprendizaje de los conceptos científicos trabajados en las actividades de laboratorio tipo investigación. El estudio de Wallace et al. (2003), concluye que los estudiantes con visiones constructivistas de la ciencia aprenden más sobre los conceptos trabajados en comparación con los estudiantes que poseen visiones positivistas y participan en actividades de tipo investigativo.

Ahora, ante el panorama que muestra tanto las reflexiones teóricas y los resultados de investigación, se puede entonces afirmar que la contribución de las actividades de laboratorio al aprendizaje de la naturaleza de la ciencia; depende del tipo de prácticas, los objetivos pedagógicos y las formas como se implementen. Pues hay evidencia empírica que al tener en cuenta todos estos aspectos las actividades de laboratorio se convierten en espacios de gran contribución a la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

En suma, y teniendo en cuenta todo lo analizado hasta este punto sobre las actividades de laboratorio, es ahora necesario hacer un análisis profundo de la naturaleza de las ciencias como concepto y como objetivo de gran importancia para la educación científica. Todo esto con el fin de comprender a profundidad las ideas hasta aquí encontradas.

3.2. Conceptualización de la naturaleza de la ciencia en la educación científica

Para lograr una comprensión más profunda sobre la importancia de las actividades de laboratorio en el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia, es preciso, centrarse en el análisis de este concepto y su importancia para la educación científica.

En cuanto al análisis del concepto de naturaleza de la ciencia es válido resaltar que entre los autores no se ha llegado a un consenso en términos del concepto (García-Carmona, Vásquez, & Manassero, 2011). Dentro de la revisión hecha a la literatura se pueden resaltar 3 definiciones típicas para la naturaleza de la ciencia.

La primera de esas 3 definiciones es la de Lederman (2007), este autor considera que cuando se hace referencia a la definición sobre naturaleza de la ciencia, se está hablando sobre “la epistemología de la ciencia, la ciencia como una forma de conocer, o los valores y creencias propias de los conocimientos científicos y su desarrollo” (p. 833). Esta definición de Lederman, ha sido ampliamente utilizada por otros autores en sus discursos e investigaciones (Abd-El-Khalick et al., 2004; Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Khishfe, 2012; Morrison, Raab, & Ingram, 2009). Puesto que en varios trabajos se hace referencia a la naturaleza de la ciencia como reflexión epistemológica, es decir, un análisis de la construcción del conocimiento, los procesos y la influencia histórica que esta elaboración tiene.

La segunda definición es la aportada por McComas, Clough, & Almazroa, (1998) quienes expresan que:

La naturaleza de las ciencias es un escenario fértil el cual combina diversos aspectos sociales de la ciencia, incluye historia, sociología y filosofía de la ciencia combinada con investigación de las ciencias cognitivas como la psicología dentro de una rica descripción de lo que la ciencia es, cómo funciona, cómo operan los científicos como grupo social y cómo la sociedad dirige sus esfuerzos (p. 4).

A partir de esta definición, se hace más explícita la relación de aspectos influyentes en la construcción de la ciencia. Se resalta la influencia que tiene en la sociedad, la importancia de la historia y la reflexión sobre la construcción del conocimiento científico acerca de lo qué es la ciencia y la forma como funciona.

La tercera definición es la aportada por Acevedo-romero, Vázquez, Manassero, & Acevedo-Díaz (2007) en cuya reflexión teórica afirman que “la naturaleza de la ciencia es un metaconocimiento sobre la ciencia que surge de las reflexiones interdisciplinarias realizadas desde la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia por especialistas de estas disciplinas y, también, por algunos científicos insignes”(p. 43). En esta posición, metaconocimiento se refiere a un análisis de lo que es la ciencia y su construcción. Esta última definición es más clara pues especifica las posturas desde donde se hace la reflexión sobre esa construcción del conocimiento. Aclara que el concepto sobre naturaleza de la ciencia está relacionado con todas esas reflexiones y aporte de la filosofía, la historia y la sociología.

Ahora, estas 3 definiciones tienen en común, la consideración de la naturaleza de la ciencia como un conjunto de reflexiones epistemológicas sobre la manera cómo se construye la ciencia, la evolución de ese conocimiento científico y la influencia social. En otros términos hace referencia a esas características que la ciencia posee y que solo se develan tras una reflexión profunda sobre su construcción (García-Carmona et al., 2011; Moutinho, Torres, Fernandes, & Vasconcelos, 2015). Estas características mencionadas, hacen alusión a las siguientes consideraciones: 1) los científicos implementan variedad de métodos, 2) el conocimiento científico está abierto a revisión a la luz de nueva evidencia, modelos, leyes, mecanismos y teorías científicas que explican fenómenos naturales, 3) la ciencia es un esfuerzo humano y 4) la ciencia es guiada por cuestiones acerca del mundo natural y material (Lederman & Lederman, 2014). Lo que indica que las construcciones de la ciencia cambian a través del tiempo y de acuerdo al momento histórico, ya que es un acto social y un esfuerzo humano.

Adicionalmente, y tomando postura frente a las definiciones descritas, se considera la naturaleza de la ciencia como un metaconocimiento donde la historia, la epistemología y la sociología principalmente, discuten sobre esa construcción del conocimiento científico.

Teniendo en cuenta estas consideraciones sobre el conocimiento científico, y las definiciones en torno a la naturaleza de la ciencia, se analiza que una reflexión sobre la construcción de la ciencia y el conocimiento, es importante para entender lo que se aprende desde el contexto de construcción y evitar malas interpretaciones o confusiones (Lederman, 2007). Tal y como se analiza a continuación la naturaleza de la ciencia es un objetivo de la educación científica debido a la importancia que tiene para el aprendizaje.

3.3. Importancia de la naturaleza de la ciencia en la educación científica

Partiendo entonces de la definición de la naturaleza de la ciencia como ese metaconocimiento de la ciencia y las reflexiones filosóficas y sociológicas en torno a esta, los autores han resaltado que el saber sobre la naturaleza de la ciencia es un componente fundamental y necesario para la alfabetización científica (Lederman, 2007). Esta razón, justifica el considerar la naturaleza de la ciencia como un objetivo de la educación científica a nivel mundial (Abd-El-Khalick et al., 2004).

Lo anterior adquiere sentido ante la necesidad de formar a quien aprende ciencia como un sujeto activo y con capacidad de participar en las dinámicas sociales. Motivo por el cual el estudiante no sólo necesita conocimiento conceptual sobre ciencia, sino también conocer la naturaleza de la construcción del conocimiento científico y las dinámicas sociales y culturales en las cuales se han hecho las construcciones (Abd-El-Khalick et al., 2004; Akerson, Morrison, & McDuffie, 2006; Irzik & Nola, 2011).

Asimismo, la importancia de conocer sobre la naturaleza de la ciencia radica en permitir a quien aprende sobre la ciencia tomar una posición frente a asuntos sociales y conocer los valores y creencias bajo los cuales se construye el conocimiento. Además,

comprender este saber mejora también la motivación de los estudiantes y permite conocer las fortalezas y debilidades de la ciencia y su rol en la sociedad (Clough, 2011).

No obstante, a pesar de las razones mencionadas anteriormente, Lederman (2007), afirma que este saber ha sido un objetivo buscado por mucho tiempo debido a la incapacidad de los estudiantes para articular el significado de la frase “Naturaleza de la ciencia” y delinear las características asociadas a la ciencia. Características fundamentales a la hora de tomar posturas críticas y reflexivas ante cuestiones socio-científicas.

Ahora bien, Lederman (2007) hace la compilación de 7 características que los estudiantes deben conocer sobre la ciencia. Entre esas características, el autor resalta que es de suma importancia que los estudiantes comprendan la distinción entre observación e inferencia, la diferenciación entre teorías y leyes, que lleguen a comprender que la construcción del conocimiento científico no es una actividad muerta, racional y organizada. Y que los estudiantes reconozcan la subjetividad del conocimiento sabiendo que el trabajo científico es influenciado por sus creencias, conocimientos previos, preparación, experiencias y expectativas.

Igualmente, Lederman & Lederman (2014), considera importante que el estudiante contemple la ciencia como un cuerpo de conocimiento influenciado por la cultura y sea consciente de que el conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, pues las teorías, hechos y leyes son tentativas y están sujetos al cambio, a la luz de nuevas evidencias. (Lederman, 2007; Lederman et al., 2014). Por último, estos autores resaltan la importancia de conocer la distinción entre la naturaleza de la ciencia y los procesos científicos o la investigación científica.

Finalmente, es importante resaltar que la comprensión de esas características ha sido un reto para la educación en ciencias (Abd-El-Khalick, 2013; Abd-El-Khalick, Waters, & Le, 2008; Irez, 2006; Lederman, 2007). El aprendizaje de la naturaleza de la ciencia se torna complejo pues la investigación muestra que tanto maestros como estudiantes poseen visiones

ingenuas sobre la construcción del conocimiento científico. Para entender mejor este panorama, es importante hacer una revisión exhaustiva de los estudios con el fin de observar el estado de este asunto.

3.4. Investigaciones en el campo de la naturaleza de la ciencia: conquistas y retos

Actualmente, la naturaleza de la ciencia constituye un campo amplio de investigaciones y reflexiones teóricas en torno a los procesos de enseñanza y aprendizaje. A pesar de que se registran investigaciones desde el inicio de los años 60; se retoman sólo los trabajos realizados desde finales del siglo XX hasta hoy, debido a que en este último periodo se da un gran giro en las perspectivas sobre la naturaleza de la ciencia como cuerpo teórico y de indagación (Lederman, 2007).

El gran cambio de perspectiva en la investigación sobre naturaleza de la ciencia consistió en la transformación de dos ideas que orientaban los estudios iniciales. La primera de esas concepciones estaba relacionada con la creencia de que las “comprensiones de los maestros acerca de la naturaleza de la ciencia afectaba las concepciones de los estudiantes” y la segunda tenía relación con la creencia de que “el comportamiento de los maestros y los ambientes de aprendizaje son necesaria y directamente influenciados por las concepciones de naturaleza de la ciencia” (Lederman, 2007, p. 852). Estos dos presupuestos como se menciona previamente, son refutados años más tarde por los hallazgos de las investigaciones realizadas. Estudios que ponen en evidencia que las concepciones de los maestros acerca de la naturaleza de la ciencia poco afectan las prácticas de enseñanza y las concepciones de los estudiantes (Lederman, 2007).

Dentro de los estudios que aportan evidencias de lo anterior, se encuentra la investigación realizada por de Bell, Lederman & Abd-El-Khalick (2000) cuyo objetivo era observar la aplicación de los conocimientos de los maestros en la planeación instructiva y prácticas de clase. Para recolectar la información se aplican cuestionarios abiertos a 30 maestros de ciencias en formación. Los principales hallazgos muestran que a pesar de que

los maestros tenían una adecuada comprensión sobre naturaleza de las ciencias, ellos no integraron este conocimiento dentro de la instrucción de manera explícita. Lo que lleva a concluir que el poseer una comprensión sobre naturaleza de la ciencia no implica una transformación directamente de la práctica educativa. Asimismo, otras investigaciones como la de Akerson et al. (2000), tuvieron resultados similares que guiaron a la misma conclusión obtenida por el anterior estudio.

Ahora, un estudio reciente aporta más sustento para cambiar las antiguas creencias. Tal es el caso de la investigación de Sarriedine & BouJaoude (2014), quienes evaluaron la relación entre las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros y las compararon con las prácticas en el aula. Este estudio tuvo una metodología cualitativa en la cual se implementaron diversas fuentes de datos (vídeo, cuestionario VNOS-C y entrevista). Los resultados que arrojó la indagación muestran que la mayoría de maestros tiene visiones ingenuas sobre la construcción de la ciencia. Además, las metodologías implementadas por los maestros se centran principalmente en la memorización de conceptos y no involucran a los estudiantes activamente en el aprendizaje. A la luz de estos hallazgos los investigadores llegan a la conclusión de que los maestros poco utilizan su conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia para transformar su quehacer.

En efecto, las evidencias aportadas por los tres estudios mencionados, son apenas una muestra de una gran cantidad de investigaciones que sustentan el cambio de las creencias descritas anteriormente (Lederman & Lederman, 2014). Ahora bien, es importante resaltar que este cambio de perspectiva a lo que apunta es a hacer un llamado a la comunidad científica sobre la necesidad de concientizar a los maestros sobre la importancia del uso de sus saberes sobre la naturaleza de la ciencia. Pues como se ha comprobado, la comprensión sobre este conocimiento es compleja y poco aporta al aprendizaje del estudiante sino se hace uso de ella.

La razón anterior se convierte en el motivo principal para que algunas de las investigaciones aleguen la importancia del conocimiento de la naturaleza de la ciencia en el

quehacer y desarrollo profesional de los maestros de ciencias (Akerson et al., 2000; Akerson & Hanuscin, 2007; Irez, 2006). Pues si los profesores de ciencias no comprenden la naturaleza de la ciencia, esto contribuiría a ahondar la problemática que enfrenta la alfabetización científica. Debido a estas razones y tal y como se describirá a continuación, gran parte de la producción investigativa en el campo se centra en propuestas y reflexiones en torno a la comprensión de la naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en ejercicio y formación.

3.4.1. Investigaciones y propuestas en torno al conocimiento de los maestros sobre naturaleza de la ciencia

Ante la importancia dada al conocimiento del maestro sobre la naturaleza de la ciencia, varios estudios apuntaron a reflexionar y evaluar propuestas cuyo objetivo buscaba mejorar este saber en los docentes.

Un ejemplo de lo anterior, es el estudio de Akerson et al. (2000), quienes evaluaron la contribución del enfoque basado en actividades sobre el conocimiento de los maestros en formación. Esta pesquisa se realizó con 25 maestros de pregrado y 25 graduados. Mediante la aplicación de instrumentos como el cuestionario abierto VNOS y entrevistas individuales; se encontró que la propuesta mejoró en algunos de los aspectos el conocimiento de la naturaleza de la ciencia. La principal conclusión aportada por este estudio apunta a afirmar que una propuesta donde se explicita la enseñanza de la naturaleza de la ciencia contribuye a construir una mejor concepción sobre este saber.

Otro de los estudios que apuntan hacia esa conclusión, es el realizado por Abd-El-Khalick & Akerson (2004), quienes indagaron sobre los factores que influyen en el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia mediante la aplicación de un curso elemental sobre métodos de ciencia. Los participantes fueron 28 maestros no graduados. La información fue recolectada mediante cuestionarios, entrevistas y documentos de reflexión. Los resultados muestran que hubo mejoras sobre las concepciones acerca de la construcción de la ciencia

de los maestros. Finalmente, los autores llegan a la conclusión de que los cursos de investigación donde se explicita la reflexión sobre la naturaleza de la ciencia favorecen los cambios en las concepciones epistemológicas de los maestros.

Otra de las investigaciones que llega a resultados similares, es la de Schwartz, Lederman & Crawford (2004), quienes estudiaron los cambios en las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de 13 maestros en formación continua, convocados en un curso tipo seminario de experiencias de investigación y reflexión de publicaciones. La información fue tomada mediante el uso de cuestionario VNOS, entrevistas y observación participante. Los autores concluyeron que esta estrategia fue efectiva debido a que los estudiantes mostraron cambios sustanciales en las visiones sobre naturaleza de la ciencia.

Por esta misma vía, el estudio de Pekbay & Yilmaz (2015), tuvo como objetivo explorar la influencia de las actividades basadas en la enseñanza explícita y reflexiva de la historia y naturaleza de la ciencia sobre las visiones de los maestros en formación de una universidad pública. Mediante una metodología mixta se obtuvo información de 83 participantes. Los resultados muestran que los aprendices que estuvieron involucrados en una instrucción de reflexión explícita; mejoraron las visiones acerca de la naturaleza de la ciencia.

A diferencia de los estudios antes mencionados hay otras investigaciones enfocadas en el análisis de las prácticas de los maestros, tal es el caso del estudio de Bilican, Tekkaya & Cakiroglu (2012), quienes analizaron a partir de la planeación de las clases el conocimiento de contenido pedagógico (PCK) en torno a las concepciones sobre naturaleza de la ciencia en profesores en formación. La metodología estuvo centrada en un estudio de casos múltiple, con maestros en formación de un curso dictado en sexto semestre. Al analizar tres lecciones de los estudiantes mediante un enfoque cualitativo, los investigadores concluyeron que los tres casos analizados, no incluyeron el componente de la naturaleza de la ciencia en la preparación de sus primeras lecciones, a pesar de que en la asignatura se había hecho mucho énfasis y reflexión en torno a ello. Solo después de hacer una petición acerca de la inclusión

de la temática, las planeaciones de los estudiantes se enriquecieron con este componente. Así, la estrategia de preparar clases con este contenido mejoró la comprensión y aplicación de la naturaleza de la ciencia en las prácticas.

Otro ejemplo de estudios con este enfoque es el de Lederman & Bartos (2014), el cual trata de inferir las estructuras de conocimiento que poseen los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia y la investigación científica en las prácticas de clase. La información fue tomada a través del cuestionario KS4NS y entrevistas aplicados a los cuatro profesores de física participantes. De la cual se evaluó el nivel de conceptualización, la conexión entre conceptos y otros elementos. Los resultados arrojados muestran que hay una congruencia limitada entre las estructuras de conocimiento evaluadas y las prácticas de clase. Las conclusiones de los autores, estuvieron orientadas a considerar que es indispensable que el maestro incluya otras estrategias que involucren a los estudiantes en prácticas científicas, ya que de lo contrario no se apreciaría totalmente la naturaleza de la ciencia.

Finalmente, las investigaciones en torno al análisis de las prácticas del maestro; confluyen en la idea de que las dinámicas de aula se deben nutrir por otras actividades que trascienden la simple transmisión teórica sobre los presupuestos de la naturaleza de la ciencia. Teniendo en cuenta que esto último es importante, la investigación muestra que es preciso integrar una buena instrucción de naturaleza de la ciencia en consonancia con actividades que se acerquen a la práctica científica (Abd-El-Khalick, 2013).

Ahora bien, al haber analizado el campo de investigación de la naturaleza de la ciencia con respecto a los maestros; es necesario hacer el análisis en las investigaciones relacionadas con los estudiantes. Con el fin de mostrar un panorama más completo y analizar los aportes de los estudios al campo en los últimos años.

3.4.2. El aprendizaje de la naturaleza de las ciencias en la escuela

Debido a la importancia que tiene la comprensión de la naturaleza de la ciencia y las metas de la educación científica. Algunos de los estudios de los últimos años apuntan a

entender las concepciones que tienen los estudiantes acerca de la construcción de la ciencia. Por otro lado, la mayoría de estudios buscan evaluar la pertinencia de estrategias que contribuyen a mejorar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia.

Con respecto a los estudios que buscan comprender las concepciones de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia; las conclusiones hacen un llamado sobre la falta de comprensión de la temática con relación a asuntos socio-científicos, económicos y culturales y la ciencia tecnología y sociedad (Dogan & Abd-El-Khalick, 2008; Vasquez, García-Carmona, & Manassero, 2014; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002). Debido a esta situación los investigadores resaltan la necesidad de evaluar diversas estrategias donde se permita a los estudiantes reflexionar en torno a las consideraciones de la naturaleza de la ciencia.

Es en este punto, donde las recomendaciones apuntan a evaluar diferentes propuestas o estrategias para mejorar las visiones de la naturaleza de la ciencia de los estudiantes. Dhingra (2003), realiza un estudio donde analiza la influencia que tienen los programas de televisión (documentales, programas formato magazín, noticias de la red, y de programación dramática o de ficción) sobre las concepciones de naturaleza de la ciencia de los estudiantes. Mediante entrevistas y aplicación de cuestionarios a 63 estudiantes de grado sexto se obtuvo la información. Los resultados llevan a concluir que las representaciones sobre ciencia son explícitas en los programas de televisión y por tanto impactan positiva y directamente el aprendizaje y las concepciones de los estudiantes.

Al reflexionar sobre los resultados de Dhingra, se encuentra que los programas de televisión pueden ser una gran estrategia que integrada a otras en el aula pueden mejorar las ideas sobre naturaleza de la ciencia de los estudiantes. Lo anterior, también invita a reflexionar sobre las diversas fuentes que influyen construcciones sobre la ciencia en los estudiantes y cómo se puede orientar mejor estas concepciones hacia unas reflexiones epistemológicas más aceptadas.

Otra de las investigaciones que evalúa la pertinencia de una estrategia para mejorar la comprensión de la naturaleza de la ciencia por parte de los estudiantes, es la llevada a cabo por Khishfe & Lederman (2006), quienes indagaron sobre la influencia que tienen dos enfoques de instrucción explícita para promover comprensiones sobre la naturaleza de la ciencia de 42 estudiantes de grado noveno. La información se obtiene mediante entrevistas abiertas y el empleo del cuestionario. Arrojando resultados que muestran que los estudiantes mejoraron sus concepciones sobre la naturaleza de las ciencias; lo que lleva a concluir que los enfoques de instrucción explícita sobre naturaleza de la ciencia tienen una gran contribución en el aprendizaje de las consideraciones epistemológicas.

Es por ello que Abd-El-Khalick (2013), argumenta desde sus reflexiones teóricas que los maestros deben enseñar con y acerca de la naturaleza de la ciencia. Esto significa que en la práctica se debe orientar a los estudiantes a desarrollar una comprensión de los asuntos que involucra el conocimiento científico (enseñar acerca de la naturaleza de la ciencia). Además de la orientación epistemológica, el maestro debe tomar elementos de ese conocimiento científico y disponer ambientes de aprendizaje que se aproximen a una auténtica práctica científica (enseñar con la naturaleza de la ciencia). Estas formas de enseñanza nutren más las prácticas y les permiten a los estudiantes apreciar de una manera más adecuada la naturaleza de la ciencia.

Las investigaciones descritas hasta este punto, confirman la idea de que las estrategias de enseñanza que involucran una instrucción directa sobre la naturaleza de la ciencia tienen una gran contribución en el aprendizaje de lo que es ciencia y su proceso de construcción. Además de esto, también concluyen ampliamente que es necesario integrar otras estrategias y escenarios donde se le permita al estudiante no sólo reflexionar sino también acercarse más a procesos científicos.

3.5. Ideas encontradas en la literatura

En resumen, la naturaleza de la ciencia hace referencia en la mayoría de los casos a las creencias epistemológicas y las reflexiones en torno a la construcción de la ciencia en general. Este conocimiento acerca de la ciencia se convierte en uno de los objetivos principales de la educación científica, debido a que quien conoce sobre epistemología y la relación de la construcción del conocimiento científico con la historia y la cultura, puede tomar decisiones informadas acerca de asuntos socio científicos (Khishfe, 2012). Es por esto, que surge un gran cuerpo de investigaciones que analizan la enseñanza y aprendizaje de la naturaleza de la ciencia para mejorar la comprensión de este saber (Lederman, 2007). De estos estudios se concluye que una de las formas más efectivas de instrucción es la enseñanza explícita de la naturaleza de la ciencia en los cursos (Lederman y Bartos, 2014). Finalmente, y teniendo en cuenta todas las consideraciones de las investigaciones se encuentra que el aprendizaje de la naturaleza de la ciencia es una cuestión compleja que amerita de la integración de otras estrategias y espacios de aprendizaje; tales como la investigación, el trabajo de laboratorio y el análisis de las diversas fuentes de información.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



Capítulo 4

Diseño Metodológico

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

4.1. Enfoque metodológico

Teniendo en cuenta la naturaleza del problema estudiado el cual busca evaluar las actividades de laboratorio y su contribución al conocimiento de la naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial. La metodología adoptada por esta investigación es de corte cuantitativo. Este enfoque se caracteriza por implementar métodos o como lo explica Creswell (2007):

Técnicas donde el investigador usa principalmente alegaciones pos positivistas para el desarrollo del conocimiento (o sea el raciocinio de causa y efecto, reducción de variables específicas y las hipótesis y cuestiones, uso de medida y observación y prueba de teorías) emplea estrategias de investigación (como experimentos, levantamientos y recolección de datos, instrumentos predeterminados que generan datos estadísticos)” (p. 35).

Así pues, la metodología cuantitativa “se caracteriza por registrar aspectos de los fenómenos de interés de tal manera que estos registros puedan ser cuantificados, es decir puedan realizarse con ellos operaciones de medición”(Aravena, Kimelman, Micheli, Torrealba, & Zuñiga, 2006, p. 99). Además, es importante resaltar que la metodología cuantitativa permite estudiar en mayor extensión el fenómeno.

Son entonces las características de este enfoque la razón principal para su elección ya que mediante esta metodología se puede evaluar, describir, caracterizar, identificar, relacionar y explicar un fenómeno en específico. Además, es posible analizar las características y relaciones entre conceptos o variables de forma sistemática y rigurosa. Siendo por esta causa una metodología acorde con el objetivo general de la investigación; dado que se precisa evaluar y describir las formas de implementación de las actividades de laboratorio y su contribución con las visiones sobre ciencia que poseen los maestros en formación inicial. Adicionalmente, la evaluación se busca hacer en diferentes cursos pertenecientes a física, química y biología con el objetivo de comparar las formas de implementación de esas prácticas y a partir de allí analizar su contribución a la comprensión

de la construcción del conocimiento. Es por ello que la metodología cuantitativa al permitir hacer la comparación y descripción de muestras grandes mediante tratamientos estadísticos es un enfoque muy pertinente y acorde con los objetivos del estudio llevado a cabo.

Tal y como lo mencionan Rodríguez & Valdeoriola (2009) la metodología cuantitativa es apropiada para estudios que busquen manipular variables, establecer relaciones y describir fenómenos.

Además, el enfoque cuantitativo permite analizar y comparar muchos más cursos en comparación con un enfoque cualitativo. Esto es importante, puesto que la necesidad en el contexto investigado es observar las formas de implementación de las actividades de laboratorio en diversos cursos en las tres disciplinas (física, química y biología). Por tal razón la metodología cuantitativa es la propicia para el abordaje de esta problemática.

Finalmente, el alcance de esta investigación es de tipo descriptivo puesto que se “busca especificar las propiedades y características de grupos, personas, procesos, objetos o cualquier fenómeno que se someta a análisis” (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 80). Para el caso concreto del estudio una de las pretensiones es describir las características de las actividades de laboratorio y las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial.

4.2. Método

Para responder al problema planteado el diseño para este estudio es de tipo no experimental transeccional descriptivo. Este tipo de diseño es adecuado porque se basa en la observación directa de la situación a investigar tal y como se desarrolla sin manipular las variables que intervienen e influyen. Como se dijo anteriormente, el alcance del diseño es describir el fenómeno objeto de estudio y al ser transeccional la recolección de los datos sólo se da en un único periodo de tiempo .

Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño de la investigación al ser no experimental observa las características de las actividades de laboratorio y sus formas de implementación tal y como se dan en el contexto, a su vez busca identificar esas concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial sin manipular, transformar o influenciar las situaciones. Pues el principal interés es conocer y caracterizar lo que sucede en el contexto actualmente.

Para lograr lo anterior, se recogen los datos durante el semestre 2016-I, lo que hace que este diseño sea transeccional y no longitudinal pues los objetivos trazados no buscan describir la evolución de un proceso a lo largo del tiempo.

4.3. Población

La población de este estudio está conformada por todos los cursos con laboratorio, tanto de biología y química de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental como los cursos de física de la Licenciatura en Matemática y Física ofertados en la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia. Los cursos pertenecientes a las dos licenciaturas eran 19 (6 de física, 7 de biología y 5 de química) de los cuales se ofertaron 25 grupos (8 de física y 17 de biología y química) durante el semestre 2016-I. El número total de estudiantes matriculados fue de 410.

Estos cursos son clasificados como teórico-prácticos y se caracterizan por tener un espacio de conceptualización donde el docente encargado enseña lo relacionado a la temática y luego se realizan las prácticas de laboratorio. La intensidad horaria de los laboratorios es variable y depende de tiempo que tome su realización y montaje. Generalmente, los espacios prácticos de física tienen una intensidad de 2 horas semanales, mientras que los de biología y química tienen una duración de 3 horas.

Dependiendo de la disciplina los espacios de laboratorio siguen unas normas de seguridad y cuentan con un monitor que junto con el docente ayuda a orientar los procedimientos y a los maestros en formación inicial cuando tienen alguna duda. Además, el

monitor prepara reactivos y otros montajes. Este es el caso de los laboratorios de biología y química; porque en la mayoría de los procesos hay riesgos para el maestro en formación y de no contar con ayuda para los montajes y preparación se tomaría más tiempo del previsto para la realización de la práctica.

4.4. Muestra

Para obtener la muestra, inicialmente se solicita la información de los cursos de laboratorio (población objeto de estudio) a los coordinadores de las dos licenciaturas estudiadas. Luego de obtener la información, se clasifican los cursos de acuerdo a su disciplina (física, biología y química) obteniéndose 3 listados para hacer el muestreo aleatorio simple. De cada uno de los listados se escogen 3 cursos por cada disciplina de forma aleatoria. Los cursos resultantes de la selección al azar fueron: Física del movimiento, Física de los medios continuos, Física de la luz, Microbiología, Genética, Ecología, Sistemas químicos II (química orgánica) Sistemas químicos III (química analítica), Sistemas químicos IV (físicoquímica). En total fueron 9 cursos y el error muestral fue de 0,60 que corresponde a un porcentaje del 4%. En cuanto al número de maestros en formación inicial matriculados en cada uno de los cursos seleccionados tenemos que el 31,8% pertenecen a la Licenciatura en Matemática y Física y el 68,2% restante a la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, para un total de 129 alumnos. De esta cantidad de participantes observados 15 (11,6%) cancelaron alguno de los cursos estudiados (ver tabla 1). La materia con mayor número de participantes fue genética con 23 y la de menor número fue ecología con 7 maestros en formación.

Tabla 1
Número de maestros en formación matriculados y número de cancelaciones por curso

Licenciatura	Curso	Número de estudiantes que inician	Número de estudiantes al finalizar	Número de cancelaciones
Matemáticas y Física	Física del movimiento	15	14	1
	Física de la luz	14	10	4
	Física de medios continuos	14	14	0
Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental	Microbiología	10	10	0
	Genética	23	22	1
	Ecología	7	7	0
	Sistemas químicos II	14	12	2
	Sistemas químicos III	14	13	1
	Sistemas químicos IV	20	14	6
Total		129	116	15

De todos los cursos, en total se observaron 57 prácticas de laboratorio de las cuales el 36,2% fueron de física; el 34,5 de química y el 29,3% de biología. Ahora, la frecuencia de las actividades de laboratorio observadas por materia se representa en el diagrama de barras de la gráfica 1. En este grafico se puede evidenciar que el curso con mayor número de prácticas observadas fue el de Sistemas químicos II (9 laboratorios) mientras que el de menor número fue genética con 5 prácticas observadas.

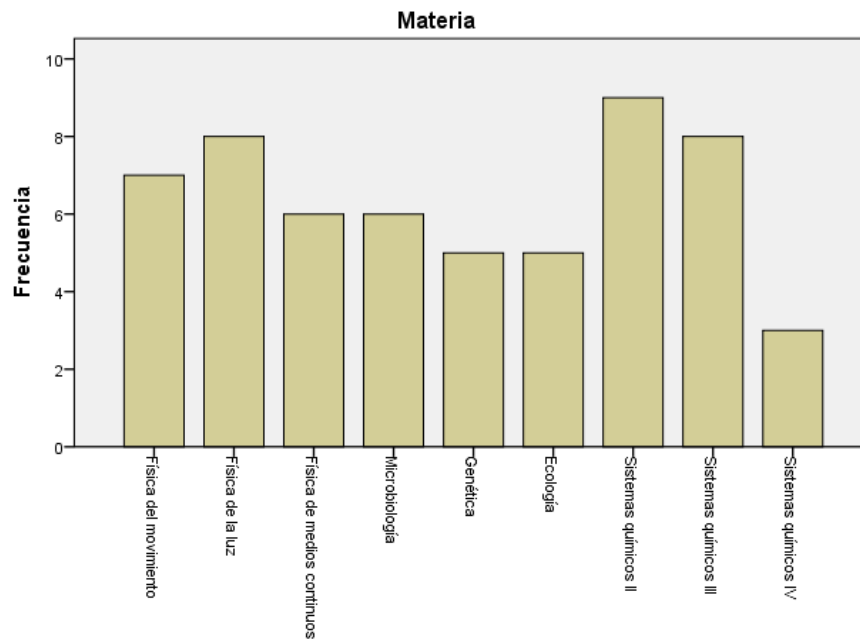


Figura 1: Número de laboratorios observados por materia

4.5. Procedimiento

La recolección de información se llevó a cabo sólo en el semestre 2016 –I en el cual se ofertaron los cursos pertenecientes a la muestra. El procedimiento seguido se realizó exactamente igual en todos los cursos con laboratorio seleccionados. Este proceso consistía en asistir a cada uno de los espacios de laboratorio y hacer observación no participante del desarrollo de las actividades.

Así pues, luego de solicitar los respectivos permisos al encargado de los laboratorios, profesor del curso y a los maestros en formación inicial, se asistía a las sesiones. Iniciando cada actividad de laboratorio se solicitaba a un participante la guía de trabajo y se analizaba su nivel de indagación mediante la rúbrica para caracterizar los niveles de investigación que poseen las prácticas de laboratorio (Buck, Bretz, & Towns, 2008). Este proceso era adecuado realizarlo al inicio porque el profesor encargado del curso por lo general explicaba el tema

de la actividad de laboratorio a realizar; por lo tanto, no se perdía información valiosa de los participantes.

Luego, cuando los maestros en formación comenzaban la actividad de laboratorio se observaba minuciosamente las actividades que todos los participantes realizaban y se diligenciaba el instrumento llamado Inventario de Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio (LAI) (Tamir & García, 1992). Lo cual se hacía con el fin de caracterizar el las formas de implementación de las actividades de laboratorio llevadas a cabo en cada uno de los cursos de la muestra. Por otra parte, para poder diligenciar todos los campos y categorías del instrumento de observación, se solicitaba a los profesores encargados del curso o a los participantes; los informes de laboratorio realizados luego de la actividad práctica. Básicamente de estos informes se leían los análisis de los resultados llevados a cabo por los maestros en formación. Para obtener la información de las categorías de análisis y de aplicación del instrumento LAI.

Ahora bien, cabe resaltar que este proceso se hacía siempre en cada sesión de laboratorio llevada a cabo durante el tiempo de duración del curso. Y sólo cuando iban a finalizar las sesiones de laboratorio de cada materia; se solicitaba el permiso para aplicar el Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física (Vasques, Solano, Veit, & Lang da Silveira, 2011). Es importante dejar claro que siempre al inicio del uso del cuestionario, se explicaba a los maestros en formación inicial los objetivos de su aplicación, se daba a conocer un poco la investigación y luego se explicaba la forma de diligenciarlo y la escala. Además, cuando los participantes devolvían diligenciado el instrumento, se revisaba que todas las respuestas estuvieran diligenciadas. Con lo cual se aseguró que el número de respuestas perdidas fuera casi nulo (3 de todas las respuestas dadas por los 116 participantes).

Finalmente, este gran cuerpo de información se organiza en una base de datos de Excel y luego se analizan descriptiva e inferencialmente con el paquete estadístico del SPSS versión 21.

4.6. Características de los instrumentos

Cada uno de los tres instrumentos utilizados para la recolección de la información fue seleccionado por sus adecuadas características psicométricas y su funcionalidad para la recolección de los datos. A continuación, se presentan detalladamente las características de cada instrumento.

4.6.1. Rúbrica para caracterizar los niveles de investigación que poseen las prácticas de laboratorio

Ante la necesidad de obtener información sobre el tipo de actividades de laboratorio llevadas a cabo en los cursos de la muestra y el nivel de indagación presentada; se escoge la rúbrica para caracterizar los niveles de indagación que poseen las prácticas de laboratorio (ver anexo 1). Este instrumento fue construido y validado por Buck, Bretz, & Towns (2008). Se escoge esta rúbrica porque es la más apropiada por sus propiedades psicométricas. Además, dentro de los instrumentos de su naturaleza es el más robusto y considera epistemológicamente los componentes de la investigación en el laboratorio. Como su nombre lo indica sirve para analizar el nivel o grado de indagación que poseen las guías de laboratorio. Ese nivel dependiendo, de las características que cada guía de laboratorio presente (pregunta o problema, teoría o antecedentes, procedimientos o diseños, análisis de resultados, comunicación de los resultados y conclusiones), de acuerdo con estas características se puede clasificar en 5 niveles de indagación:

Nivel 0 confirmación: Es una guía de laboratorio donde se proporciona a los estudiantes (en este caso maestros en formación inicial) las 6 características: problema, procedimientos resultados etc. Por tanto, estas actividades se caracterizan por ser espacios donde los estudiantes sólo van a observar o aprender una técnica de laboratorio.

Nivel ½ Investigación estructurada: En este tipo de guías proporcionan el problema los procedimientos y el análisis. El estudiante debe descubrir las relaciones o llegar a las conclusiones las cuales no son conocidas.

Nivel 1 Investigación guiada: En este caso la guía proporciona el problema y los procedimientos, pero los análisis y las conclusiones son construidas por los participantes

Nivel 2 investigación abierta: Para este nivel de indagación la guía proporciona el problema y los antecedentes. El participante debe diseñar la metodología y construir los análisis y las conclusiones.

Nivel 3 autentica investigación: En este nivel de investigación el participante debe diseñar todas las características de la guía (problema, procedimiento, análisis etc.).

Ya teniendo en cuenta estos aspectos, y para el caso de la investigación, como se expuso anteriormente, en las sesiones de laboratorio se solicitaba la guía a uno de los maestros en formación o al profesor encargado y se leía detenidamente para encontrar cuales de las características presentaba y de acuerdo a esto se llena el instrumento y se ubica la guía analizada en uno de los niveles.

4.6.2. Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio (LAI)

Este instrumento fue construido por Tamir & Lunetta (1978) años más tarde fue usada y validada la versión en español por Tamir y García (1992). El instrumento está compuesto por 25 ítems que hacen referencia a diversas actividades que se clasifican dentro de cuatro procesos que son: la planificación, realización, análisis y aplicación (ver anexo 2). Para diligenciar este instrumento se observa en el campo cuál de las actividades que están consignadas en él se llevan a cabo en la práctica de laboratorio y se marca con una equis o varias el número de veces que se repite durante la sesión. Luego se hace la sumatoria de las recurrencias y se consigna en la base de datos.

4.6.3. Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física

Este último instrumento utilizado es validado rigurosamente por Vasques Brandão, Solano Araujo, Veit, & Lang da Silveira, (2011). El cuestionario originalmente, consta de 48

ítems cada uno de los cuales corresponde a un tema específico, el cual puede ser: la naturaleza del conocimiento científico, construcción y validación del conocimiento científico, naturaleza y función de los modelos científicos y construcción y validación de los modelos científicos (Ver anexo 3). Durante el proceso de validación del cuestionario se elaboraron dos versiones equivalentes del instrumento original; cada una de 23 afirmaciones, con iguales propiedades psicométricas y fuertemente correlacionadas (Vasques et al., 2011). Para el caso de esta investigación se utilizó la versión 1 del instrumento.

Ahora, es preciso anotar que al momento de recoger los datos se entrega la versión con los 23 ítems a los participantes, pero sólo se analizan los 13 primeros ítems, cuya información está relacionada con los temas la naturaleza del conocimiento y construcción y validación del conocimiento científico. Puesto que los temas restantes abordaban los modelos y modelización; asunto no abordado por este estudio. Se elige este instrumento, por sus adecuadas propiedades psicométricas y por ser una versión en español actual que corrige muchas de las inconsistencias encontradas en otros cuestionarios usados mundialmente y que evalúan la naturaleza de la ciencia. Así pues, este cuestionario, está diseñado para maestros y se centra en las características generales de la construcción de la ciencia y las consideraciones epistemológicas e históricas. A diferencia de otros que carecen de validez de contenido y no incluyen estas consideraciones.

Por otra parte, es importante resaltar que cada participante leía el ítem y respondía dándole una puntuación a una escala likert que va de 1 a 5 (siendo 1 muy de acuerdo, 2 de acuerdo, 3 indeciso, 4 en desacuerdo y 5 muy en desacuerdo). Por último, es necesario aclarar que de acuerdo a las puntuaciones dadas a los ítems por los maestros en formación se podía establecer la visión sobre la ciencia que poseían. Por ejemplo, las puntuaciones cercanas a 1 en los ítems 1, 2, 3, 6, 7,8, 9, 11 y 13 significaban una posición empírico-inductivista. Mientras que las respuestas alrededor de 5 implicaban posiciones constructivistas de la ciencia. Por otro lado, participantes con visiones empírico-inductivistas de la ciencia estaban en desacuerdo con las afirmaciones de 4, 5, 10 y 12 los cuales son ítems invertidos.

4.7. Análisis de la información

Finalmente, para analizar los datos, se hace un análisis descriptivo de las variables relacionadas con la naturaleza de la ciencia y las características de la actividad del laboratorio mediante el paquete estadístico SPSS versión 21. Esto con el fin de conocer las visiones sobre ciencia de los maestros en formación inicial y analizar la forma como se desarrollan las actividades de laboratorio. Dentro de las variables analizadas se encuentran los promedios obtenidos por los participantes al puntuar las afirmaciones del cuestionario para identificar las concepciones de la naturaleza de la ciencia. Asimismo, se realiza un análisis descriptivo con las medias obtenidas por curso y por disciplina de cada una de las categorías del instrumento (LAI) y se hace un conteo sobre el tipo de prácticas y nivel de indagación de las actividades de laboratorio llevadas a cabo. Luego, se hacen ciertos análisis inferenciales. Se comparan las medias por curso mediante un análisis de varianza. Lo anterior con el fin de analizar si hay diferencias estadísticamente significativas de las visiones sobre naturaleza de la ciencia entre los cursos observados. Luego se observa la asociación entre la visión de ciencia y el tipo de licenciatura al que pertenecen los maestros en formación mediante una chi-cuadrado. Finalmente, se analizan en conjunto descriptivamente los resultados sobre naturaleza de la ciencia y las actividades de laboratorio para observar a partir de las características de este último la contribución a visiones sobre ciencia de los maestros en formación. Para una mayor claridad en la tabla 2 se resume el tratamiento y los análisis realizados a los datos.

Tabla 2
Tratamiento y tipos de análisis realizados a los datos

INSTRUMENTOS	VARIABLES	TIPO	Valores	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	ANÁLISIS INFERENCIAL
<i>Rúbrica para caracterizar los niveles de indagación que poseen las prácticas de laboratorio (Buck, Bretz, & Towns, 2008)</i>	Nivel de indagación de la actividad de laboratorio	Cualitativa- politomica	0: Confirmación 1: Investigación estructurada 2: Investigación guiada 3: Investigación abierta 4: Investigación autentica	Tabla de Frecuencias y porcentajes de cada categoría	
<i>Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio (LAI) (Tamir & García, 1992)</i>	Materia	Cualitativa-politomica	1: Física del movimiento 2: Física de la luz 3: Física de los medios continuos 4: Microbiología 5: Genética 6: Ecología 7: Sistemas químicos II 8: Sistemas químicos III 9: Sistemas químicos III	Tabla de total de recurrencias, promedios y valor máximo de los ítems Tabla de recurrencias de ítems por disciplina Tabla con promedios por categoría de cada materia	
	Disciplina	Cualitativa-politomica	1: Física 2: Biología 3: Química		
	categorías	Cualitativa-politomica	1: Planeación 2: Realización 3: Análisis 4: Aplicación		
	Número de recurrencias de los ítems	Cuantitativa-discreta, razón	0 a 100		
<i>Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física (Vasques, Solano, Veit, & Lang da Silveira, 2011)</i>	Materia	Cualitativa-politomica	1: Física del movimiento 2: Física de la luz 3: Física de los medios continuos 4: Microbiología 5: Genética 6: Ecología 7: Sistemas químicos II		Prueba de normalidad Shapiro-wilk



			8: Sistemas químicos III 9: Sistemas químicos III		Comparación de promedios totales por materia ANOVA de 1 factor
Semestre de materia	Cualitativa-politómica ordinal		1 a 8		
Repuesta ítems	Cualitativa-politómica		1: Muy de acuerdo 2: De acuerdo 3: Indeciso 4: En desacuerdo 5: Muy en desacuerdo	Tabla de frecuencia de las respuestas de los ítems	
Promedio total de respuestas de los maestros en formación	Cuantitativa- continua		1 a 5	Tabla de frecuencias, promedios y desviación estándar de las respuestas Histograma de promedios totales	
Tipo de licenciatura	Cualitativa- Dicotómica		1: Licenciatura en Matemática y Física 2: Licenciatura en Educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental		Análisis de la asociación entre el tipo de licenciatura y la visión del maestro en formación Chi-cuadrado
Visión de naturaleza de la ciencia	Cualitativa- Dicotómica		1: Empírico-inductivista 2: Constructivista	Gráfico de distribución del tipo de visión de acuerdo al semestre del maestro en formación	
Semestre maestro en formación	Cualitativa-politómica ordinal		1 a 10		
Categoría o tema	Cualitativa		1: Naturaleza del conocimiento científico 2: Construcción y validación del conocimiento científico	Histograma de promedios de cada categoría	



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



Capítulo 5

**Análisis e interpretación de los
resultados**

1 8 0 3

5.1. Introducción

En este capítulo se presentan y analizan los resultados de la investigación realizada. En concreto, está organizado en tres apartados que dan cuenta de los hallazgos. En la primera parte, se analizan mediante un tratamiento estadístico descriptivo los aspectos relacionados con la concepción de naturaleza de la ciencia de los maestros en formación. Esto con el objeto de identificar la concepción que subyace en los estudiantes en cada momento de su proceso formativo y compararla entre los diferentes cursos, licenciaturas y disciplinas. Seguidamente, se analizan las formas cómo se desarrollan las actividades de laboratorio en los diferentes cursos y licenciaturas. Esto con la intención de comparar la forma como son planeadas e implementadas las prácticas de laboratorio en las diferentes disciplinas. Finalmente, se cotejan los resultados referentes a las actividades de laboratorio y las concepciones sobre naturaleza de la ciencia. Es importante resaltar que los tratamientos estadísticos realizados en este capítulo son principalmente descriptivos; no obstante, en algunos casos también se realizaron tratamientos inferenciales como un análisis de varianza de un factor (ANOVA) y pruebas no paramétricas como la chi-cuadrado.

Antes de comenzar a desarrollar los tres apartados y a fin de exponer con mayor claridad los resultados y la discusión, es fundamental recordar los objetivos de la investigación: 1) evaluar las formas de implementación de las prácticas de laboratorio y su contribución a una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico de los maestros en formación de la Licenciatura en Matemática y Física y la Licenciatura en Educación básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, 2) caracterizar y analizar las formas de implementación de las actividades de laboratorio en la formación inicial de profesores de ciencia en el contexto de la Facultad de Educación y 3) Contrastar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial y las formas de implementación de las actividades de laboratorio. Con el fin de determinar la contribución de las prácticas a la comprensión de la construcción del conocimiento y el trabajo científico. Además, es importante recordar que la información para caracterizar las actividades de

laboratorio se obtuvo mediante dos instrumentos: la Rúbrica para caracterizar el nivel de indagación de los laboratorios de pregrado (Buck et al., 2008); con 5 niveles de indagación: nivel 0 o confirmatorio, nivel ½ o investigación estructurada, nivel 1 o investigación guiada, nivel 2 o investigación abierta y nivel 3 o investigación autentica. El inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio (Tamir & García, 1992) conformado por 4 dimensiones: planificación, realización análisis y aplicación. Los anteriores instrumentos sirven para caracterizar las actividades de laboratorio realizadas por los estudiantes; estos fueron diligenciados por la investigadora durante cada sesión de práctica realizada. Por otra parte, para conocer las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación, los participantes diligenciaron el instrumento llamado cuestionario para investigar las concepciones sobre la Naturaleza, construcción y validación del conocimiento científico en el contexto de la física (Vásquez, Solano, Veit, & Lang da Silveira, 2011). Instrumento constituido por 23 ítems de los cuales se analizan los 13 relacionados con las dimensiones Naturaleza del conocimiento científico y Construcción y validación del conocimiento científico, tal y como se desarrolla en el siguiente apartado.

5.2. La concepción de naturaleza de la ciencia que poseen los maestros en formación

A continuación, se presentan los resultados sobre la concepción de naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en formación de forma general y acorde con sus licenciaturas (Licenciatura en Matemática y Física y Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental), el semestre, el curso y la disciplina.

Inicialmente, se hace un análisis descriptivo de las respuestas de los participantes, para ello se construye una tabla de frecuencias simples y se calculan los promedios y las desviaciones estándar de cada ítem como se presenta en la tabla 3. Es importante tener en cuenta que las afirmaciones resaltadas en gris son de los ítems invertidos (cuya forma de redacción miden en sentido contrario al resto del cuestionario). Además, como se describió

en la metodología, los participantes debían calificar cada afirmación con una escala Likert de 1 a 5.

Las puntuaciones cercanas a 1 en los ítems no invertidos (1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11 y 13) significan que los participantes están de acuerdo con la afirmación y por ende con una visión empírico-inductiva de las ciencias, es decir, ideas que defienden la aplicación de métodos inductivos y dan gran importancia a la experimentación alegando su neutralidad y producción de evidencias incuestionables sobre la naturaleza (İrez, Çakir, & Şeker, 2011). Además, dan por supuesto que la experiencia sensible refleja mejor el mundo en comparación con el pensamiento puro (Feyerabend, 1981). Mientras que las calificaciones cercanas a 5 representan desacuerdo con la afirmación y por ende están en consonancia con una visión constructivista o sea un pensamiento donde se resalta la importancia de los valores humanos y el contexto social en la producción del conocimiento científico. Es decir, se concibe que la construcción del conocimiento se lleva a cabo en la mente del sujeto que indaga y su relación con el contexto, dando lugar a procesos individuales y sociales en cuya relación hay diversos factores influyentes en esta construcción (Marín, 2003).

En este sentido, puntuaciones bajas a los ítems invertidos, representan ideas constructivistas acerca de la ciencia (ítems 4, 5, 10 y 11) y viceversa. En consecuencia, los maestros en formación con una concepción sobre naturaleza de la ciencia constructivista obtendrán medias superiores a 3 (al estar en desacuerdo con los ítems 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 11 y 13. Mientras que tendría promedios cercanos a 1 en el total de respuestas en el caso de concebir ideas empiristas de la ciencia, asimismo estarían en desacuerdo con las afirmaciones de los ítems invertidos 4, 5, 10 y 11. Finalmente, los puntajes de 3 significan la indecisión de los participantes, debida a la incomprensión o desconocimiento del tema.

Tabla 3

Frecuencias de las respuestas dadas por los maestros en formación sobre la naturaleza de la ciencia en cada ítem.

Ítems	Muy de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	En desacuerdo	Muy en desacuerdo	Media	Desviación estándar SD
1. Para que el conocimiento científico pueda emerger de observaciones y/o experimentaciones sobre el mundo natural, el científico debe abstenerse de ideas previas.	11	15	27	31	32	3,5 0	1,3 0
2. Sólo se puede afirmar que el conocimiento científico es definitivo cuando hay concordancia entre los resultados experimentales y sus previsiones en variadas condiciones.	20	34	19	24	19	2,9 0	1,4 0
3. El punto de partida para la construcción del conocimiento científico siempre debe ser la observación y la experimentación.	40	29	16	22	9	2,4 0	1,3 0
4. Una importante característica del conocimiento científico es su falibilidad.	26	41	22	13	13	3,4 0	1,3 0
5. La observación científica siempre se realiza a partir de algún presupuesto teórico sobre el objeto de estudio.	36	32	24	17	7	3,5 0	1,3 0
6. Cuando los científicos se confunden o se equivocan es porque no aplicaron adecuadamente la metodología científica.	7	12	20	44	33	3,7 0	1,2 0
7. La disputa y el conflicto de ideas entre los científicos son indeseables.	5	7	34	29	41	3,8 0	1,1 0
8. Las leyes científicas son generalizaciones de muchas observaciones y/o experimentos.	43	50	13	5	5	1,9 0	1,0 0
9. Los resultados de observaciones y de experimentos son incuestionables, pues revelan	10	20	24	28	34	3,4 0	1,3 0



10. Las teorías científicas, por más que estén bien apoyadas en la observación y en la experimentación, podrán revelarse como incorrectas en ciertos dominios.	32	44	27	8	5	3,7 0	1,1 0
11. La metodología científica sólo admite ideas que sean obtenidas a través de la observación y de la experimentación.	21	32	22	32	9	2,8 0	1,2 0
12. La objetividad y la efectividad del conocimiento científico dependen de la crítica y de la discordancia entre los científicos.	18	20	38	27	12	3,0 0	1,2 0
13. Una teoría debe estar en completo y total acuerdo con la observación y/o experimentación.	35	36	22	11	12	2,4 0	1,3 0

Ahora bien, teniendo en cuenta las precisiones anteriores, en la tabla 3 se observa que 7 de las afirmaciones tienen puntuaciones medias ubicadas en un intervalo entre 3,4 y 3,8, significando que la posición de los maestros en formación inicial frente a estas afirmaciones es tendente a las ideas constructivistas. Al profundizar en los enunciados mencionados, las medias indican un número mayor de participantes en acuerdo con la falibilidad del conocimiento científico y la importancia de los presupuestos teóricos en la ciencia (aceptan las afirmaciones de los ítems invertidos 4, 5 y 10). Y por otro lado, también indican un desacuerdo con las ideas (ítems 1, 6, 7 y 9) donde se propone un quehacer científico en el cual las discusiones del conocimiento son indeseables, prima un método científico único y son incuestionables los resultados de la observación y experimentación.

Sin embargo, los 5 ítems (2, 3, 8, 11 y 13) restantes son puntuados con valores por debajo del 3 significando que los maestros en formación conciben ciertas ideas empírico-inductivistas de la ciencia en ciertas situaciones. Por ejemplo, consideran la experimentación y la observación como único punto de partida del conocimiento científico, asimismo, piensan en las leyes como productos netamente empíricos y consideran una metodología científica donde solo se aceptan ideas obtenidas de la observación y experimentación. Finalmente, en la afirmación 12 la mayoría de los participantes se ubican en una posición de indecisión ante

la idea de que la objetividad del conocimiento dependa de la crítica y discusión entre la comunidad científica.

No obstante, aunque a grandes rasgos las dos posiciones tengan puntuaciones muy parejas en las respuestas; es importante observar una leve tendencia de los datos hacia ideas constructivistas de la ciencia tal y como se evidencia en el histograma del gráfico 2. En el cual se muestra que la mayoría de medias totales (72 de 116) obtenidas por los maestros en formación están por encima de 3, soportando esa inclinación hacia las posturas constructivistas. Incluso, las medias más altas obtenidas por maestros en formación están muy cercanas a 5 (puntajes alejados 8 décimas del valor máximo), mientras que las medias más bajas obtenidas por los maestros en formación no son tan cercanas a 1 pues se alejan de este valor por 1,15 unidades. Así pues, el promedio mínimo obtenido fue de 2,15 y el máximo fue de 4,23. Esto último, una vez más muestra que la tendencia de las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación está inclinada hacia una posición constructivista.

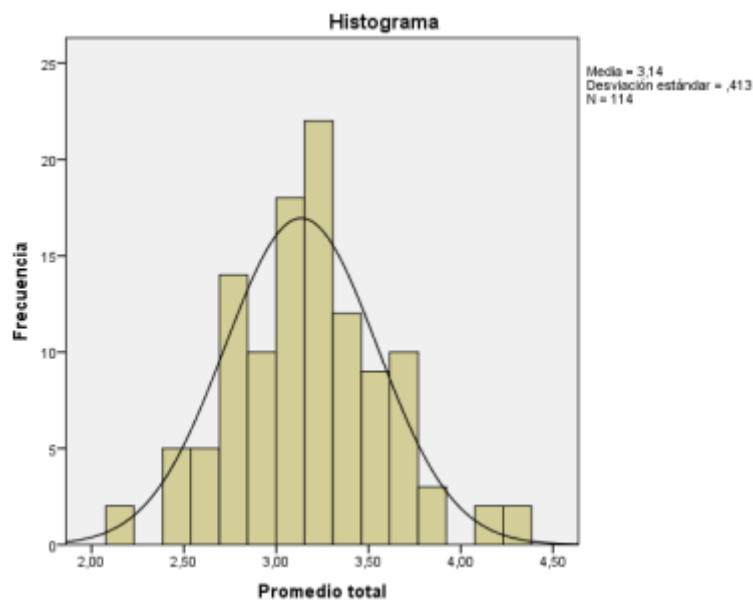


Figura 2: Histograma de los promedios del total de ítems obtenidos por los maestros en formación

Este hallazgo sugiere que la educación científica recibida por los participantes pertenecientes a las dos Licenciaturas estudiadas, está impactando los pensamientos de los futuros maestros y mostrando una ciencia producto de una construcción humana, influenciada por los procesos y acontecimientos sociales (Marín, 2003). Un conocimiento científico tentativo o sujeto a cambio, subjetivo, permeado por la experiencia personal, cargado de teoría y observación del mundo natural (Lederman, 2007; Lederman & Lederman, 2014). En otros términos, esta educación científica está mostrando una visión contemporánea de la ciencia tal y como la describen los autores e investigadores cuyos trabajos se centran en reflexionar sobre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia y su importancia en la educación (Abd-El-Khalick, 2013; Abd-El-Khalick & Akerson, 2004; Allchin, 2011; Dhingra, 2003; Sandoval & Morrison, 2003). Lo anterior, se traduce a que la preparación de los maestros en formación está guiada por esas reflexiones sobre la construcción de la ciencia que se han venido dando a nivel mundial y por tanto mejora la comprensión de los maestros en próximo ejercicio de estos asuntos.

Ahora, el anterior hallazgo también tiene implicaciones en el quehacer de los futuros maestros porque una mayor comprensión acerca de la construcción de la ciencia es fundamental para la enseñanza de la misma. Aunque cabe aclarar que Lederman (2007) analizando un gran cuerpo de investigaciones a nivel mundial concluye que no necesariamente las concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia influyen sobre las prácticas de los maestros de ciencia:

“Los resultados de la investigación indican que a pesar de que los maestros poseen buena comprensión sobre naturaleza de la ciencia la práctica del salón de clase no es directamente afectada” (Lederman, 2007, p. 854).

Pese a estos hallazgos, la importancia del conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia en la alfabetización científica clarifica que no tener una profunda comprensión sobre estos asuntos en el caso de los maestros en formación sería una limitante a la hora de reflexionar sobre la integración del conocimiento sobre naturaleza de la ciencia a la

enseñanza (Akerson & Hanuscin, 2007; Allchin, 2011; Írez et al., 2011). Puesto que para que se pueda lograr una mejor comprensión sobre la construcción del conocimiento científico no solo es necesario que el maestro conozca la naturaleza de la ciencia sino que además reflexione didáctica y pedagógicamente sobre su enseñanza (Bartos & Lederman, 2014).

Así pues, lo anterior deja una cuestión abierta sobre si la educación científica llevada a cabo en las Licenciaturas en Matemática y Física y en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental conciben espacios donde los maestros en formación tengan la oportunidad de reflexionar pedagógicamente sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. Puesto que los resultados muestran que los participantes tienen visiones tendentes al constructivismo, lo cual es bueno en términos de la comprensión sobre la construcción del conocimiento científico. Pero con la presente investigación no se puede analizar mucho en torno a la existencia de espacios donde esos maestros en formación reflexionen acerca de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.

Finalmente, es fundamental hacer claridad que la leve tendencia del pensamiento de los maestros en formación hacia el constructivismo muestra que las Licenciaturas deben seguir trabajando para lograr una mayor comprensión sobre la naturaleza de la ciencia pues es un proceso largo y complejo de aprendizaje (Sandoval & Morrison, 2003; Sandoval & Reiser, 2004). Por tal razón, la presencia de maestros en formación de acuerdo con visiones empírico-inductivistas y otros con pensamientos más tendentes al constructivismo, son tendencias esperadas para un contexto donde los participantes están siendo formados en educación científica. Sin embargo, es preciso seguir trabajando en la comprensión de la naturaleza de la ciencia, pues como se muestra a continuación los maestros en formación necesitan lograr una comprensión más profunda de la construcción de la ciencia.

Al analizar esas concepciones de los maestros en formación a la luz de dos de los temas (naturaleza del conocimiento científico y la construcción y validación del conocimiento científico) abordados en los contenidos de las afirmaciones del cuestionario. Se encuentra que con respecto al de naturaleza del conocimiento científico este trata aspectos

como la relación entre la teoría y la realidad, la falibilidad del conocimiento científico y la provisionalidad y progreso del conocimiento científico (Vásquez et al., 2011). Los ítems que se relacionan con este tema son el 4, 8, 9 y 10. En la figura 3 se muestra un histograma de los promedios totales obtenidos por los maestros en formación en los cuatro ítems que trabajan el tema antes mencionado.

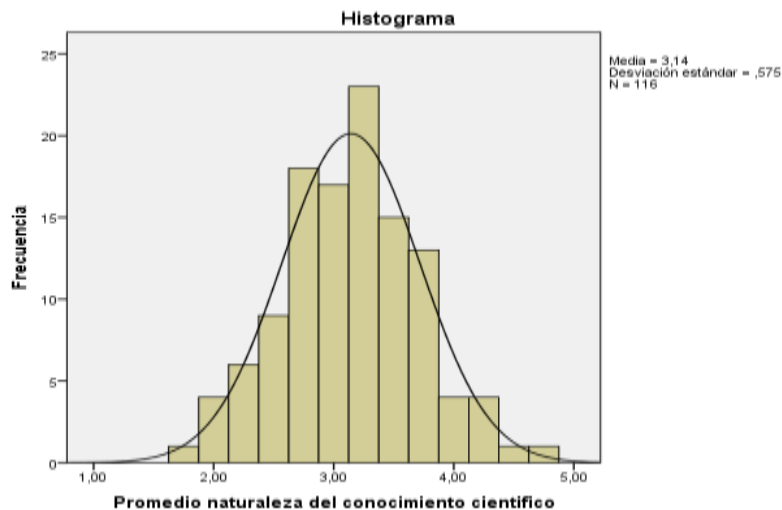


Figura 3: Histograma de los promedios obtenidos por los maestros en formación en el tema Naturaleza del conocimiento científico

En la figura 3 se observa de nuevo que la tendencia del pensamiento de los maestros en formación es hacia la visión constructivista de la ciencia. Como se puede ver en el histograma mencionado hay presencia de puntajes muy cercanos a 5,0 mientras que no hay puntajes menores a 1,75. Lo anterior, evidencia que hay una comprensión, aunque no muy profunda de aspectos como la provisionalidad y progreso del conocimiento. Esto se sustenta en las medias menores a 3 obtenidas por los participantes y en que la mayoría de los puntajes superiores a este valor se encuentran alrededor de 3,5 representados por la barra de mayor tamaño. Afianzando una vez más la discusión planteada anteriormente, la cual hacía referencia a la importancia de que los programas de formación analizados en la presente investigación sigan trabajando en la alfabetización de los maestros en formación inicial con

el fin de lograr comprensiones más complejas y profundas sobre la construcción de la ciencia y su naturaleza.

Un panorama similar, se observa en el segundo tema denominado construcción y validación del conocimiento científico. El cual se centra en tratar aspectos como la importancia de los presupuestos teóricos en la observación y experimentación, el papel de la comunidad científica, confrontación entre los resultados teóricos y experimentales y la metodología científica. Los ítems que abarcan estos aspectos son el 1, 2, 3, 6, 7, 11, 12 y 13 (Vásquez et al., 2011). Teniendo en cuenta esto y analizando el gráfico 4 se observa que este tema tuvo medias más diversas y se sigue evidenciando claramente la tendencia hacia posiciones constructivistas.

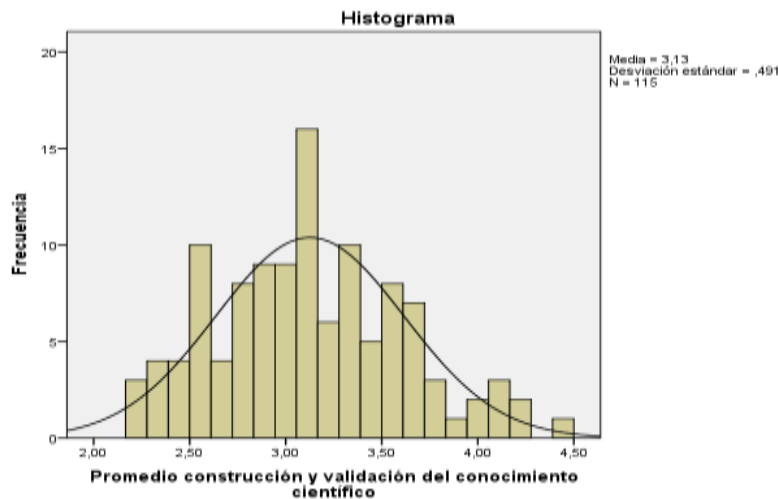


Figura 4: Histograma de promedios obtenidos por los maestros en formación en el tema construcción y validación del conocimiento científico

En resumidas cuentas, los resultados sobre las concepciones de los maestros en formación a nivel general dejan ver un acuerdo parcial con visiones constructivistas, tendencia claramente evidenciada en los gráficos 1, 2 y 3 analizados previamente. Indicando comprensión en diversos asuntos relacionados con la construcción y naturaleza del conocimiento científico, sobre la cual debe haber un constante trabajo por parte de los

programas de formación. A continuación, se analizan esas concepciones de acuerdo al semestre, materia y disciplina.

Ahora, para comparar y analizar si hay diferencias entre las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en formación en los diferentes cursos, inicialmente se corre la prueba de normalidad de Shapiro wilk la cual permite observar si los datos de la variable promedio de ítems no invertidos se distribuyen normal (lo que ocurre cuando la moda, el promedio y la mediana son iguales y obedecen a una distribución simétrica). El resultado indica que los datos se distribuyen normal con respecto al promedio en los diferentes cursos (Valor $p > 0,05$). Debido a esto se corre un análisis de varianza univariado; una prueba idónea que permite comparar las medias de tres o más grupos entre sí y observar si hay alguna diferencia significativa entre estos o no. Esta prueba es pertinente porque compara los promedios obtenidos por cada curso entre sí y con una media total de los casos, bajo el supuesto de que, si la media de los casos es igual, el promedio de todos los casos es el mismo. Los resultados de esta prueba estadística indican que hay diferencias entre las medias de los cursos analizados ($p < 0,05$). Esto se evidencia al comparar los promedios obtenidos por los maestros en formación de acuerdo al curso al cual pertenecía, como se resume en la tabla 4. Estos promedios comparados por el análisis de varianza revelan que los cursos de semestres más avanzados tienen una media mayor lo que significa que estos maestros en formación poseen un pensamiento más constructivista en comparación con los maestros de semestres iniciales. Una prueba de lo anterior la aporta la media superior de los cursos Genética y Ecología (3,61 y 3,23 respectivamente). En otros términos, la diferencia estadísticamente significativa en los promedios obtenidos por los participantes de acuerdo al curso, indica que los cursos de semestres más avanzados arrojan medias más altas y por tanto al parecer los maestros en formación poseen visiones más orientadas hacia el constructivismo. Ahora bien, se hace preciso anotar que no es una contradicción de lo anterior, el hecho de que la media de física del movimiento (curso del primer semestre) sea mayor que la de microbiología, pues esto podría deberse a que los estudiantes matriculados en física son de semestres más avanzados (4, 5 y 6) en comparación con los de microbiología (3 y 4 semestre).



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

El anterior hallazgo teóricamente se traduce en que la concepción y comprensión sobre la naturaleza de la ciencia se construye durante un largo tiempo al ser un proceso complejo que necesita incluso de instrucción explícita para su comprensión (Abd-El-Khalick et al., 2008; Akerson et al., 2000).



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Tabla 4

Rangos promedio sobre la concepción de naturaleza de la ciencia de los estudiantes por materia

Curso	Semestre del curso	Número de estudiantes	Rangos promedio
Física del movimiento	1	14	2,98
Sistemas químicos II	2	12	2,75
Física de los medios continuos	3	13	2,97
Sistemas químicos III	3	14	2,89
Microbiología	3	10	2,73
Sistemas químicos IV	4	14	3,05
Genética	5	22	3,23
Física de la luz	6	11	2,68
Ecología	8	6	3,61
Total		116	

Ahora bien, para estudiar la relación entre el tipo de visión acerca de la ciencia (empirista o constructivista) y el programa académico que cursan los maestros en formación se ha aplicado una prueba no paramétrica Chi-cuadrado. Este tipo de prueba es adecuada para analizar si hay asociación entre dos variables nominales partiendo de que los datos no se distribuyen normal. Con un Valor $p > 0,05$ se puede evidenciar que no hay asociación entre el tipo de visión y la licenciatura a la cual pertenecen los estudiantes. Cuyo significado arroja una independencia entre el programa académico y el tipo de concepción sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación. Lo cual quiere decir que independientemente de la licenciatura se presentaran los dos tipos de visiones, tanto la empírico-inductivista como la constructivista.

El anterior hallazgo, apunta a mostrar que ambos programas de formación están aportando al parecer a impactar las concepciones de naturaleza de las ciencias de los futuros maestros de ciencias. Puesto que en los dos programas hay presencia de visiones empírico-inductivista, y creencias ingenuas la cuales son comunes en ciudadanos, maestros,

estudiantes incluso hasta científicos (Irez, 2006). Pero, también hay maestros en formación con visiones más contemporáneas de la ciencia y con una comprensión mayor del proceso de construcción. Lo cual podría indicar que la formación recibida ha contribuido en parte a desarrollar esas comprensiones.

Esta contribución de los programas a la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia puede darse a través de los cursos de epistemología principalmente; pues, hay evidencias aportadas por la investigación donde se reconoce que la instrucción explícita por medio de espacios de reflexión sobre la construcción de la ciencia es de las mejores estrategias para mejorar la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Abd-El-Khalick, 2013; Akerson et al., 2000; Bartos & Lederman, 2014).

Siguiendo con este orden de ideas, es importante resaltar que no sólo la instrucción explícita sobre naturaleza de la ciencia aporta al desarrollo de una comprensión sobre este saber. Hay otras fuentes de influencia como lo son las actividades de laboratorio, los cursos sobre ciencia e incluso los programas científicos de televisión (Dhingra, 2003). Razón por la cual es necesario analizar las características de las actividades de laboratorio implementadas en las dos licenciaturas y a partir de allí determinar su papel en la comprensión de la naturaleza de la ciencia como se hará posteriormente.

Ahora bien, con respecto a la distribución de los dos tipos de visiones de acuerdo a la licenciatura; la tabla 5 evidencia que la mayoría de estudiantes con concepciones de tipo empirista pertenecen a la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Una de las posibles explicaciones a este hecho a pesar de la falta de evidencia estadística para dar una justificación, puede estar relacionada con que los maestros pertenecientes a esta licenciatura comienzan a recibir formación epistemológica en semestres más avanzados con respecto a los maestros pertenecientes al programa de Matemática y Física.

Tabla 5

Tipo de concepción de naturaleza de la ciencia respecto a la licenciatura

Pregrado	Visión naturaleza de la ciencia		
	Empirista	Constructivista	Total
Licenciatura en Matemáticas y Física	25	13	38
Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental	46	32	78
Total	71	45	116

Finalmente, la figura 5 y la tabla 6 muestran la distribución de las visiones de los participantes de acuerdo con el semestre del maestro en formación, la disciplina (física, química o biología) y el curso.

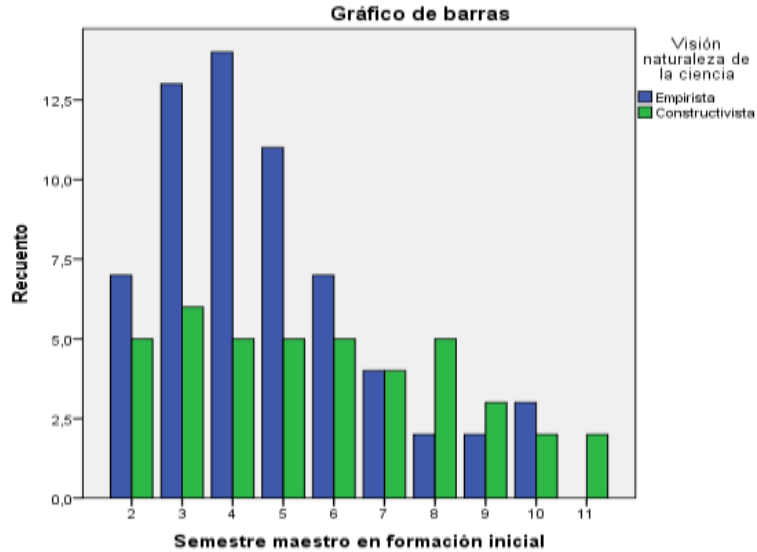


Figura 5: Distribución de la visión de naturaleza de la ciencia de acuerdo con el semestre del maestro en formación

En el gráfico 5 de barras apiladas se puede apreciar la relación que hay entre el semestre del estudiante y el tipo de visión sobre ciencia que tienen. Para obtener este gráfico se construye una variable nominal que clasifica el promedio de los participantes de acuerdo a la visión sobre ciencia (menor a 3 visión empírico-inductivista y mayor a 3 para una visión constructivista) y luego se analiza con respecto a la variable ordinal denominada semestre del maestro en formación. Este gráfico permite apreciar que en los semestres iniciales la cantidad de maestros en formación con visión empirista es superior a la de maestros con visión constructivista. Además, se evidencia que las posiciones empírico-inductivistas tienden a desaparecer en los semestres más avanzados. La anterior evidencia, permite probar la hipótesis de investigación H₁; pues efectivamente la visión que los participantes de semestres avanzados poseen una visión constructivista de la ciencia en comparación con los de niveles iniciales quienes tienen concepciones empírico-inductivistas.

A su vez, este resultado es coherente con la observación que resulta del estudio de Wallace et al. (2003) quienes hacen la conjetura al analizar las visiones sobre ciencia de algunos estudiantes universitarios no graduados de biología y encuentran que los participantes de semestres más avanzados poseían una concepción constructivista con respecto a los de niveles inferiores con concepciones empiristas. Estos autores, al no tener suficiente evidencia para comprobarlo tomaron una posición conservadora y lo expresaron como una conjetura.

La razón para que esta distribución mostrada por la figura 5 se comporte así, puede ser una evidencia del impacto de la formación de las dos licenciaturas al desarrollo de la comprensión de la naturaleza de la ciencia. Pues la tendencia es que a medida que se avanza en el programa de formación se transforman esas concepciones empírico-inductivistas en visiones más constructivistas de la ciencia. No obstante, también es importante considerar que ambas licenciaturas deben seguir trabajando sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, pues como lo evidencia el gráfico aún hay estudiantes de semestres avanzados con visiones ingenuas de la ciencia.

Por otro lado, al analizar el tipo de visión por materia (tabla 6) se observa que el curso donde priman los maestros en formación con visiones constructivistas es ecología, debido a que es una materia de octavo semestre. Lo cual corrobora la relación encontrada anteriormente en donde se halló que a medida que aumenta el semestre hay una comprensión más profunda sobre la naturaleza de la ciencia. Aunque no en todos los casos se cumple ya que por ejemplo en física de la luz que es del sexto semestre la mayoría de estudiantes tienen una visión empírico-inductivista, esto puede ser debido a que los participantes han reflexionado sobre estos asuntos de la construcción de la ciencia. Sin embargo, se puede observar que los cursos ofertados en semestres inferiores al 5 semestre priman las visiones empíricas de la ciencia.

Tabla 6

Visión de naturaleza de la ciencia de los maestros en formación por materia y disciplina

Materia	Semestre de la materia	visión naturaleza de la ciencia		Total
		Empirista	Constructivista	
Recuento				
Física del movimiento	1	7	7	14
Sistemas químicos II	2	9	3	12
Física de los medios continuos	3	8	5	13
Sistemas químicos III	3	10	4	14
Microbiología	3	7	3	10
Sistemas químicos IV	4	8	6	14
Genética	5	11	11	22
Física de la luz	6	10	1	11
Ecología	8	1	5	6

Ahora, en términos de la disciplina la tabla 7 evidencia que tanto en física como en química priman las visiones empíricas, mientras que en biología hay igual cantidad de maestros en formación con ideas constructivistas e inductivistas de la ciencia. Esto puede ser

debido a que los cursos de esta disciplina son de semestres más avanzados en comparación con las otras dos disciplinas.

Tabla 7

Visión de la naturaleza de la ciencia de acuerdo a la disciplina

Disciplina	visión naturaleza de la ciencia		
	Empirista	Constructivista	Total
Física	25	13	38
Biología	19	19	38
Química	27	13	40

En suma, y al haber realizado el análisis de los resultados sobre las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial, se hace evidente que hay una leve tendencia de esas concepciones hacia el constructivismo. Estos hallazgos se sustentan en las gráficas 1, 2 y 3.

Asimismo, los resultados también sustentan que los semestres avanzados están relacionados con concepciones sobre ciencia más constructivistas. Mientras que en los niveles de formación iniciales es donde se encuentran la mayoría de maestros en formación inicial con visiones empírico-inductivistas. Sin embargo, es importante recordar que ese conocimiento sobre naturaleza de la ciencia puede impactar las prácticas de los futuros maestros en la medida que se hagan reflexiones pedagógicas sobre la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y sea este un objetivo claro. Pues de lo contrario, es posible que esta comprensión no impacte directamente las formas de enseñanza. Así queda abierta la cuestión acerca de si los espacios de formación en las licenciaturas promueven la reflexión pedagógica y didáctica de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia.

5.3. Descripción de las actividades de laboratorio en la formación de maestros de ciencia

Con el fin de caracterizar las actividades de laboratorio llevadas a cabo en los cursos analizados, previamente se realiza una clasificación del nivel de indagación de las prácticas de acuerdo a las características de las 57 guías observadas. La información obtenida se resume en la tabla 8 donde se muestra la cantidad de guías realizadas de cada uno de los niveles de indagación.

Tabla 8

Frecuencias de nivel de indagación de las actividades de laboratorio

Nivel de indagación	Frecuencia	Porcentaje
Confirmación (0)	7	12,3
Investigación estructurada (1/2)	6	10,5
Investigación guiada (1)	44	77,2
Investigación abierta (2)	-	-
Investigación autentica (3)	-	-
Total	57	100,0

Tal y como se puede evidenciar en la tabla 8, durante el tiempo observado, en ninguno de los nueve cursos se realizaron investigaciones abiertas ni auténticas. El tipo de actividad de laboratorio que primó fue la investigación guiada o nivel 1 con un 72,2%. Caracterizada porque la guía con la cual trabaja el maestro en formación le provee el problema, la teoría y el procedimiento. En este nivel de indagación el maestro en formación debe analizar los resultados y construir las conclusiones de la experiencia. Este resultado refuta la H₂ (hipótesis 2) debido a que la mayoría de las actividades prácticas realizadas por los maestros en formación no son de tipo confirmatorio, son en realidad de nivel de indagación 1 o investigaciones guiadas.

Es importante resaltar que durante el desarrollo de la práctica los participantes estaban en función de seguir los procedimientos de la guía y de recolectar los datos, pocas veces hacían preguntas y las que formulaban estaban relacionadas con la incomprensión de los procedimientos, del uso de los equipos de laboratorio y la forma de hacer los montajes en general. Por el contrario, las cuestiones cuyo objetivo era buscar explicaciones del fenómeno observado y construir relaciones con los conceptos teóricos; eran aún más escasas. Por otra parte, como los maestros en formación estaban concentrados en la toma de datos y la realización de montajes (a causa de las características del nivel de indagación de la guía), observar los análisis, conclusiones, relaciones y demás; era complejo por lo que para poder

obtener esta información fue preciso estudiar los informes entregados por cada grupo de laboratorio.

A diferencia, en el nivel 0 de indagación o de tipo confirmatorio, los análisis hechos por los maestros en formación no se pudieron conocer por causa de que en este nivel las guías proporcionaban el problema, procedimiento, resultados, análisis y reporte. Generalmente, estas guías eran de tipo demostrativo, es decir, el profesor encargado del curso realizaba los montajes de la actividad de laboratorio, explicaba los resultados y hacía los análisis; los maestros en formación sólo observaban el fenómeno. En otras ocasiones, eran los maestros en formación quienes realizaban este tipo de actividades pues el fin era el aprendizaje de alguna técnica de laboratorio en particular. Como muestra la tabla 8 las actividades de laboratorio con este nivel de indagación sólo representaron el 12,3% del total de las sesiones observadas.

Finalmente, el otro 10,5% de las actividades de laboratorio tenían un nivel de indagación de investigación estructurada (nivel $\frac{1}{2}$), este tipo de guías proporcionaban el problema, los procedimientos y los análisis de resultados, ya era el maestro en formación quien hacía las conclusiones a partir de la información obtenida y lo observado durante la experiencia.

Tabla 9
Total de recurrencias y promedios de las actividades realizadas en el Laboratorio

Categoría	Actividades	Total recurrencia	Promedio	Máximo	
Planificación	Formula preguntas	41	0,72	5	
	Predice resultados experimentales	4	0,07	2	
	Formula hipótesis	17	0,29	10	
	Diseña observaciones/procedimientos	0	0,04	1	
	Diseña un experimento	0	0	0	
	Promedio categoría	0,22			
	Realiza observaciones	168	2,94	15	
	Realiza medidas	169	2,96	9	
Realización	Utiliza aparatos	156	2,74	16	
	Anota resultados	205	3,60	12	
	Hace calculos numéricos	131	2,30	15	
	Explica procedimientos	12	0,21	3	
	Trabaja según su propio diseño	0	0	0	
	Promedio categoría	2,1			
	Representa datos en una tabla	140	2,46	15	
	Representa los resultados gráficamente	61	1,07	8	
	Análisis	Realiza dibujos basados en sus propias observaciones	27	0,47	7
		Extrae interrelaciones y/o conclusiones	194	3,40	8
Determina la exactitud de resultados experimentales		95	1,67	6	
Define las limitaciones y los supuestos inherentes al experimento		53	0,93	5	
Formula generalizaciones/propone modelos		1	0,02	1	
Explica interrelaciones		64	1,12	7	
Formula nuevas preguntas		5	0,09	2	
Promedio categoría		1,24			
Aplicación	Hace predicciones basadas en resultados experimentales	0	0,00	0	
	Formula hipótesis basadas en los resultados experimentales	4	0,07	2	



Aplica técnicas experimentales a un problema nuevo	0	0,00	0
Aplica los resultados experimentales a un nuevo contexto	5	0,09	2
Promedio categoria		0,04	

Ahora, centrándonos en el análisis de las actividades y procedimientos que llevaron a cabo los maestros en formación en cada una de las actividades de laboratorio, se puede observar en la tabla 9 que las actividades más frecuentes fueron las de la categoría de realización. Siendo la acción de anotar resultados la que supera todas las frecuencias con un puntaje de 205 veces de realización. Esto es coherente con el nivel de indagación 1 denominado investigación guiada, porque este tipo de guías le indican al participante los procedimientos para tomar los datos. Siendo un factor determinante para que el maestro en formación durante la actividad de laboratorio se concentre en la categoría de realización en mayor medida en comparación con otros tipos como la de planificación, análisis o aplicación.

Lo anterior, también justifica el hecho de que categorías como la de planificación tenga un promedio tan bajo. Esto es porque este nivel de indagación aporta guías donde previamente, el profesor encargado del curso o el experto diseñan los procesos y planean las formas de llevarlos a cabo. Por tal razón el maestro en formación en escasas ocasiones llevaba a cabo actividades de la categoría de planificación.

Asimismo, los profesores encargados de los cursos también le indican al maestro en formación las pautas para elaborar los informes de laboratorio los cuales tenían un formato similar en todos los cursos, pues debían contener, una introducción, objetivos, descripción de los procedimientos, resultados y cálculos (de ser necesarios), análisis y conclusiones. Incluso, algunas guías tenían formatos de informes con las tablas y gráficos para presentar los resultados y preguntas para guiar el análisis. Por tal razón, la mayoría de actividades de la categoría de análisis (a excepción de formula modelos, nuevas preguntas y explica interrelaciones) se llevaban a cabo como un requisito solicitado por las guías y no como una iniciativa de los maestros en formación.

En resumidas cuentas, los maestros en formación se concentraban principalmente en cumplir con los requisitos de las guías, en cuanto a los procedimientos y formatos para

presentar informes y análisis. Mientras que todas aquellas actividades diferentes a las propuestas por las guías tienen puntajes bajos como se muestra en la tabla 9. Esto explica los promedios bajos de las categorías de aplicación y planificación.

Por tales razones, en las actividades de laboratorio observadas no se llevaron a cabo actividades como el diseñar experimentos, trabajar según su propio diseño, hacer predicciones a partir de los resultados o la aplicación de las técnicas a otros experimentos. Sin embargo, otras como la realización de medidas, utilización de aparatos, consignación de resultados en tablas o construcción de gráficos, extracción de interrelaciones o conclusiones y la determinación de la exactitud de los resultados experimentales; fueron actividades bastante comunes en los laboratorios observados.

Lo anterior a la luz de los constructos teóricos sugiere que las prácticas de laboratorio del contexto investigado están alejadas de las recomendaciones de los expertos. Los autores comúnmente llaman la atención sobre importancia de que las estas actividades no se centren en los procedimientos para poder aprovechar las potencialidades de esta estrategia (Katchevich et al., 2013). Así pues, los laboratorios deben ser espacios donde se permita a los participantes analizar, planear, discutir, interactuar y hacer ciencia. Para ello, es fundamental ir más allá de los procedimientos y abrir estos espacios para que los estudiantes sean más activos cognitivamente.

No obstante, como se puede observar en la tabla 10 al comparar las actividades realizadas por disciplina (curso de física, biología o química) se encuentran ciertas diferencias en las actividades que se realizan. Por tal motivo es absolutamente necesario, analizar a profundidad y caracterizar las actividades de laboratorio por disciplina, como se describe a continuación.

Tabla 10
Recurrencias de las actividades realizadas por disciplina

Categoría	Actividades	Física	Biología	Química
Planificación	Formula preguntas	13	11	17
	Predice resultados experimentales	2	0	2
	Formula hipótesis	7	4	6
	Diseña observaciones/procedimientos	2	0	0
Promedio categoría	Diseña un experimento	0	0	0
		4,8	3	5
Realización	Realiza observaciones	53	45	70
	Realiza medidas	58	36	75
	Utiliza aparatos	46	37	73
	Anota resultados	81	36	88
	Hace calculos numéricos	53	23	55
	Explica procedimientos	1	3	8
	Trabaja según su propio diseño	0	0	0
Promedio categoría		41,7	25,71	52,71
	Representa datos en una tabla	39	38	63
Análisis	Representa los resultados gráficamente	25	18	18
	Realiza dibujos basados en sus propias observaciones	10	10	7
	Extrae interrelaciones y/o conclusiones	60	45	89
	Determina la exactitud de resultados experimentales	48	6	41
	Define las limitaciones y los supuestos inherentes al experimento	33	1	19
	Formula generalizaciones/propone modelos	1	0	0
	Explica interrelaciones	16	9	43
Promedio categoría	Formula nuevas preguntas	2	1	2
		26	14,22	31,33
Aplicación	Hace predicciones basadas en resultados experimentales	0	0	0
	Formula hipótesis basadas en los resultados experimentales	1	1	2



Aplica técnicas experimentales a un problema nuevo	0	0	0
Aplica los resultados experimentales a un nuevo contexto	2	1	2
Promedio categoría	0,75	0,5	1

5.3.1 Características de las actividades de laboratorio de los cursos de física

En los cursos de física las actividades de laboratorio presentaron promedio más alto (4,8) entre las demás disciplinas de la categoría de planeación. Como se evidencia en la tabla 10 fueron los grupos donde mayor número de hipótesis se plantearon (7 en todos los 20 laboratorios observados), además se diseñaron observaciones, predicciones de los resultados y se formularon preguntas. Aunque la realización de las actividades de la categoría tiene puntajes muy bajos para los 20 laboratorios observados de esta disciplina. Es importante recordar que es un resultado coherente con el nivel de indagación de las guías que eran de tipo investigación estructurada y confirmatoria (donde ya se tenían los procesos y planificación establecidos).

Por otro lado, si se observa la categoría de realización se puede evidenciar en las actividades de laboratorio de la disciplina altos puntajes en actividades como anota resultados, realiza cálculos numéricos y realiza medidas. Lo cual es característico de las guías e informes centrados en la medición y en cálculos matemáticos para obtener resultados. Una evidencia de lo anterior la aporta el anexo 4 donde se observa un informe presentado por el grupo 3 del laboratorio de física de la luz. Este informe consistía en llenar datos sobre la longitud, masa, constante de un resorte y las frecuencias de las ondas generadas, datos obtenidos a partir de los procedimientos.

Cada uno de estos valores posee su respectivo error calculado por los maestros en formación teniendo en cuenta los aparatos utilizados para tomar las medidas. Asimismo, estos cálculos de los errores y de los valores esperados de las frecuencias para cada sobretono es una precisión matemática de la exactitud de los resultados experimentales la cual es una de las actividades de la categoría análisis que obtuvo puntajes altos, por ser un requisito constante de las guías. Igualmente, por las mismas razones, la extracción de interrelaciones

y conclusiones obtuvo el puntaje de recurrencia más alto de la categoría con respecto a la disciplina.

Según lo anterior y centrandolo el análisis en los reportes o informes de física, se observa que la introducción, el análisis y demás partes del laboratorio se centra en el desarrollo de los cálculos y encontrar los resultados a partir de las formulas. Adicionalmente, las conclusiones en muchos de los casos son descripciones de la experiencia y relaciones teóricas ya conocidas, sin profundizar o analizar otros asuntos diferentes a los solicitados en las guías como se puede observar a continuación:

“Podemos concluir que la experiencia realizada fue plenamente satisfactoria, ya que se cumplió el objetivo, lo que nos lleva a evaluar este laboratorio, como una experiencia plenamente provechosa para nuestra futura práctica docente” (conclusión realizada por un grupo 1 de laboratorio del curso Física del movimiento en el semestre 2016-I).

“El movimiento de caída libre se caracteriza por presentar una velocidad inicial de 0 m/s y una aceleración que es la aceleración de la gravedad. Este movimiento es perpendicular al suelo; es posible determinar varias características como la altura y su velocidad en un tiempo determinado” (conclusión realizada por un grupo 1 de laboratorio del curso Física del movimiento en el semestre 2016-I).

Así pues, los hallazgos siguen apuntando a unas actividades de laboratorio muy determinadas por los requisitos de las guías y unos maestros en formación muy concentrados en seguir estos formatos. Siendo una de las posibles causas por las que otras actividades como las de aplicación poco o nada se llevaron a cabo. Finalmente, tal y como se describirá en los siguientes apartados, a pesar de las diferencias en las actividades, en las demás disciplinas el panorama de las conclusiones y análisis es muy similar.

5.3.2 Características de las actividades de laboratorio de los cursos de biología

A diferencia de los cursos de física, en biología las actividades de laboratorio más comunes son las de observación, utilización de aparatos y anotar resultados (no se centran

tanto en los cálculos) en el caso de la categoría de realización. Sin embargo, la tabla 10 muestra que los cursos de biología son los que poseen medias más bajas en todas las categorías. Lo cual puede deberse a la poca cantidad de sesiones de laboratorio llevadas a cabo (16 en total en los tres cursos durante todo el semestre 2016- I). En cuanto a la categoría de planificación, esta es la disciplina con menor media y también la categoría con segundo puntaje más bajo comparando las medias entre dimensiones de análisis. En este punto se evidencia que el comportamiento de los datos en las tres disciplinas es similar, pues las medias mayores en las tres es la de la categoría de realización, seguida por la de análisis, planificación y por último la de aplicación. Esto una vez más muestra que la dinámica de las actividades de laboratorio depende en demasía de la estructura de las guías que se conserva en todas las disciplinas.

Finalmente, en el caso de los reportes estos se centran la mayor parte en la descripción de los procesos y de los resultados. Aunque en ciertas ocasiones se desarrollan ciertos cálculos, para probar hipótesis y producir los resultados (casos de ciertos laboratorios de genética y ecología). Las conclusiones son sobre los objetivos de la guía y con respecto a los desarrollos teóricos previamente trabajados; como se evidencia a continuación:

“Si por el contrario la suma de la natalidad y la tasa de inmigración es inferior a la suma de la mortalidad y la tasa de emigración, la población disminuirá con el tiempo; tendremos una población en regresión y su crecimiento se representará con signo negativo” (conclusión construida por un grupo 1 de laboratorio de Ecología durante el semestre 2016- I).

En la anterior conclusión se puede observar que los estudiantes solo repitieron lo que teóricamente ya estaba establecido y no profundizaron en el análisis propio de esto, en sus implicaciones para el ecosistema o para la población analizada como tal.

5.2.3 Características de las actividades de laboratorio de los cursos de química

Finalmente, en el caso de los informes de química estos son más descriptivos en el sentido que se centran mucho en el detalle de los procesos y pruebas realizadas; terminando siempre con los resultados obtenidos. Al igual que los reportes de física estos se basan también en la solución de ecuaciones y formulas químicas. Asimismo, las conclusiones van encaminadas a describir los supuestos teóricos procedimentales de la experiencia.

“Hallé la concentración molar del ácido acético en el vinagre comercial, mediante la valoración de este ácido con una solución de NaOH que ha sido previamente estandarizada por medio de la titulación con ftalato ácido de potación” (conclusión elaborada por grupo 3 de química analítica en 2016-I)

De lo anterior podemos observar que los estudiantes no profundizan en la comprensión de la temática y en el análisis o construcción de relaciones conceptuales de la experiencia.

Un aspecto a resaltar en los datos mostrados en la Tabla 10 es que en todas las categorías los cursos de química obtienen los puntajes y medias más altos. Siendo una disciplina en la cual los maestros en formación hicieron más actividades de planeación y de aplicación con respecto a las demás.

Finalmente, en la tabla 11 se recopila las medias por categoría obtenidas en cada uno de los cursos observados. La información de esta tabla permite observar que los promedios mayores son obtenidos por la categoría de realización, en contraste con la categoría de aplicación que obtuvo las medias más bajas.

También es evidente que los cursos donde más se llevan actividades de realización es en el de Física del movimiento y en los cursos de química, esto fue debido a que los maestros en formación inicial debían hacer montajes para poder obtener los datos, además, estos fueron los cursos donde mayor número de actividades de laboratorio se llevaron a cabo (entre 7 y 9). A diferencia de otros cursos como Microbiología y Genética donde máximo fueron seis.

Por otra parte, en términos de la planificación el curso que mayor promedio obtuvo en esta categoría fue fisicoquímica esto puede deberse a que los maestros en formación durante el desarrollo de las actividades hacían varias preguntas al profesor encargado del curso lo que pudo subir el promedio de la categoría. Puesto que otras actividades como el diseño de experimentos, la predicción de resultados o el diseño de procedimiento; de esta categoría no se evidenciaron en las prácticas.

Relacionando los resultados obtenidos por disciplina y por curso con las reflexiones teóricas y los hallazgos de otras investigaciones, se puede percibir que las actividades de laboratorio tal y como son desarrolladas en el contexto estudiado; tienen la típica concepción confusa descrita por Abrahams & Reiss (2012) quienes afirman que este tipo de trabajo práctico son espacios donde el estudiante interactúa con datos y objetos. Esta premisa supone que por el simple hecho de que los participantes realicen los montajes y los observen, se logra la comprensión de los fenómenos estudiados o los conceptos científicos (Millar, 2009). Sin lugar a dudas lo anterior se hace evidente en el hecho de que en las tres disciplinas los porcentajes más altos de actividades son los de realización y de análisis; indicando que en estos espacios el papel principal del participante es llevar a cabo el procedimiento y la realización de las conclusiones. Siendo escasas o casi nulas otras actividades como la planeación, el diseño, la discusión y cuestionamiento que también son importantes para comprender los conceptos científicos.

Desde la perspectiva teórica analizada, el impacto de las actividades de laboratorio no sólo depende de los procedimientos llevados a cabo, sino también de los objetivos trazados y el método con el que se implementan las prácticas. Los resultados muestran que las actividades de laboratorio tienen gran relevancia para los cursos analizados, pues son prácticas realizadas con mucha frecuencia y para las cuales se disponen de espacios específicos y hay una inversión de tiempo. Sin embargo, al parecer esa importancia de la actividad práctica no va más allá de cumplir los objetivos procedimentales de la guía práctica. Motivo por el cual desde el punto de vista teórico, las actividades de laboratorio no contribuyen al cumplimiento de los objetivos de la educación científica (comprensión de

conceptos, teorías y el trabajo científico) lo cual ha sido ampliamente demostrado por algunas investigaciones (Blanchard et al., 2010; Katchevich et al., 2013).

Analizando a profundidad la concepción teórica antes descrita, el impacto de este tipo de actividades de laboratorio puede que no sea el esperado, puesto que los objetivos de las guías no van más allá de buscar comprensión de conceptos o procedimientos (ver anexo 9). Dejando a un lado otras habilidades que también se pueden lograr mediante estas prácticas y son fundamentales para el aprendizaje de las ciencias como: la resolución de problemas, la argumentación, la formulación de preguntas y la comprensión de la construcción de la ciencia (Martínez Torregrosa et al., 2012; Sampson et al., 2013; Torres, Milicic, Soto, & Sanjosé, 2013). Aunque no se discute que también son importantes, las actividades de laboratorio cuyos objetivos se enfocan en el aprendizaje de técnicas y conceptos. El llamado de esta reflexión al igual que lo hace la literatura internacional es a concebir una actividad de laboratorio como un espacio que trasciende de los procedimientos y cuyos participantes son activos cognitivamente.

Tabla 11
Medias de las categorías por curso

Materia	Semestre materia	Medias por categoría							
		Planificación	SD	Realización	SD	Análisis	SD	Aplicación	SD
Física del movimiento	1	0,29	0,27	2,08	1,55	2,13	1,55	0,11	0,14
Sistemas químicos II	2	0,13	0,12	2,06	1,51	1,56	1,87	0,11	0,13
Microbiología	3	0,07	0,09	0,88	1,1	0,5	0,73	0,00	0
Sistemas químicos III	3	0,30	0,49	2,21	1,35	1,07	1,21	0,00	0
Física de los medios continuos	3	0,07	0,09	1,76	1,57	0,80	0,73	0,00	0
Sistemas químicos IV	4	0,47	0,87	5,48	3,92	2,93	2,75	0,00	0
Genética	5	0,16	0,36	1,31	1,29	0,73	0,82	0,05	0,1
Física de la luz	6	0,30	0,4	1,93	1,54	0,79	0,84	0,00	0
Ecología	8	0,36	0,54	2,77	2,43	1,39	1,92	0,05	0,1

5.4. Las visiones sobre ciencia en las actividades de laboratorio

Ahora, es preciso contrastar los resultados obtenidos en las concepciones sobre naturaleza de la ciencia y los relacionados con las formas cómo se desarrollan las actividades de laboratorio. Esto con el fin de analizar esas visiones sobre ciencia dadas en estos espacios. Inicialmente, este contraste se hará a partir de los valores de las medias arrojadas y luego se profundiza el análisis con la descripción de dos casos de los cursos analizados para ampliar el panorama.

Comenzando entonces por el primer análisis de las medias, se puede encontrar en la tabla 12 que los promedios obtenidos por cada curso relacionados con las actividades de

laboratorio son similares. Por ejemplo, el curso de Sistemas químicos III de tercer semestre tiene en la categoría de planeación una media de 0,30 la cual es cercana a la de genética de quinto semestre con una media de 0,27 para la misma categoría. Asimismo, si se comparan la categoría de análisis para sistemas químicos III la media tiene un valor de 1,07 mientras que para genética es de 0,93. Lo mismo sucede con la categoría de aplicación en la cual el primer curso obtiene una media de 0 y el segundo obtienen un promedio de 0,05. Como se puede evidenciar la mayoría de los valores son cercanos. La diferencia más grande está en la categoría de realización (Sistemas químicos III: 2,21 y Genética con 1,31).

Por otro lado, y al comparar las medias con respecto a la naturaleza de la ciencia de los dos cursos antes mencionados, se evidencia que el curso de Genética tiene una media mayor a la de Sistemas químicos III (3,29 y 2,89 respectivamente). Esto es debido en parte a que a medida que aumenta el semestre mejora la comprensión sobre la naturaleza de la ciencia como se analizó en apartados previos. Sin embargo, al contrastar esos valores con los obtenidos por las categorías de las actividades de laboratorio, no se observa esta misma tendencia. Porque se esperarían que las medias del curso con mayor promedio en la naturaleza de la ciencia (Genética) obtuviera también mejores promedios en las categorías de las actividades de laboratorio. Este comportamiento no se evidencia debido a que en la mayoría de categorías Sistemas químicos tuvo medias superiores a pesar de su bajo promedio en la naturaleza de la ciencia.

Este comportamiento de las medias por categoría de las actividades de laboratorio se presenta en todos los cursos observados. Pues se observa que cursos con medias bajas en la naturaleza de la ciencia, pueden tener medias más altas en todas las categorías de las actividades prácticas con respecto a un curso con media alta en naturaleza de la ciencia (comparar medias tabla 12 de los cursos Física de los medios continuos y Física del movimiento; Sistemas químicos II y Ecología).

Cabe resaltar, tal y como se analizó en el apartado anterior, que este comportamiento de las medias de las categorías de actividades de laboratorio no está solamente sujeto a las

concepciones de naturaleza de la ciencia; sino que parece obedecer a las formas como se planean estas actividades prácticas, dependen también del número de sesiones realizadas y número de maestros en formación. Por ejemplo, el curso de física del movimiento con 14 participantes y 8 prácticas posee medias altas en las categorías con respecto a Genética con 22 participantes, pero con tan sólo 5 sesiones de laboratorio. Esto tiene sentido, pues a mayor número de prácticas las actividades de procedimiento, análisis y planeación serán mayores.

Tabla 12

Medias de naturaleza de la ciencia y de cada categoría de actividades de laboratorio por materia

Materia	Semestre	Media Naturaleza ciencia	Medias por categoría			
			planificación	Realización	Análisis	Aplicación
Física del movimiento	1	2,98	0,29	2,08	2,13	0,11
Sistemas químicos II	2	2,75	0,13	2,06	1,56	0,11
Microbiología	3	2,73	0,07	0,88	0,5	0,00
Sistemas químicos III	3	2,89	0,30	2,21	1,07	0,00
Física de los medios continuos	3	2,97	0,07	1,76	0,80	0,00
Sistemas químicos IV	4	3,06	0,47	5,48	2,93	0,00
Genética	5	3,29	0,16	1,31	0,73	0,05
Física de la luz	6	2,69	0,30	1,93	0,79	0,00
Ecología	8	3,61	0,36	2,77	1,39	0,05

Por otro lado, en cuanto a la forma de implementación de las actividades de laboratorio, la estructura de investigación guiada, también influencia los resultados obtenidos por cada una de las categorías de los laboratorios. Como se analizó en el apartado anterior, este tipo de guías proveían los procedimientos y esta es la razón por la cual la categoría de planeación fue la segunda en obtener las medias más bajas. Y es también causa de que la categoría de realización obtuviera las medias más altas. Ahora, con respecto a la categoría de

aplicación esta obtuvo los promedios más bajos, puesto que en las guías no se pedía a los participantes realizar este tipo de actividades. Esto es evidencia de que las actividades de laboratorio aunque no son de tipo confirmatorio, siguen estando muy determinadas por las guías y se reducen a seguirlas estrictamente.

Lo anterior es contraproducente, pues teóricamente hablando y al hacer un rastreo de las principales investigaciones, los objetivos de las actividades de laboratorio y su impacto en el aprendizaje de las ciencias se ven afectados por la reducción de estas prácticas a meros procedimientos y requisitos de una guía (Hofstein et al., 2005; Mandler, Blonder, Yayon, Mamlok-Naaman, & Hofstein, 2014; Martínez Torregrosa et al., 2012; Sandoval & Morrison, 2003; Yacoubian & BouJaoude, 2010).

Es por este hecho que, al parecer, los resultados indican que las actividades de laboratorio no están contribuyendo a mejorar la comprensión de la naturaleza de la ciencia en los maestros en formación. Pues desde sus características y formas de desarrollo estas prácticas están ceñidas a los procedimientos de las guías, a pesar de ser investigaciones guiadas. Sin embargo, es preciso analizar a profundidad este indicio para no hacer conjeturas a la ligera. Y aportar más evidencias para sustentarlo mejor.

No obstante, antes de analizar a profundidad otras evidencias que sustentan este indicio. Es importante considerar también otra posición frente a los resultados arrojados y el contraste hasta este momento realizado. Con el fin de generar una discusión teórica y confrontar estos hallazgos con otros de estudios similares.

Para empezar, es sustancial hacer referencia a la reflexión teórica que hace Lederman & Lederman (2014) quienes llaman la atención en una problemática de investigación que consiste en asumir que la naturaleza de la ciencia es aprendida haciendo que los estudiantes hagan ciencia. Los autores refutan este planteamiento pues resalta que la comprensión de la naturaleza de la ciencia no se puede confundir con un comportamiento. Teniendo en cuenta lo anterior estos elaboran la siguiente cuestión ¿cómo podrían ser evidentes las creencias

sobre el desarrollo del conocimiento científico de los estudiantes en su comportamiento durante la actividad de laboratorio?

Ante esta perspectiva, los resultados antes descritos no serían un indicio de la poca contribución de las actividades de laboratorio a la comprensión de naturaleza de la ciencia. Pues según estos dos autores no se podría medir el impacto. Desde el sentido que los autores plantean la problemática, es lógico pensar que una concepción (naturaleza de la ciencia) no se puede medir a través de los comportamientos en una actividad de laboratorio. Para soportar esta idea Lederman & Lederman (2014) hace referencia a la investigación de Salter & Atkins (2014), quienes efectivamente concluyen que la comprensión declarativa de la naturaleza de la ciencia no es una medida confiable de la capacidad de los estudiantes para participar productivamente en las prácticas y viceversa.

Sin embargo, y estando de acuerdo con los argumentos de Lederman & Lederman, (2014) y evidencias de investigación presentadas por Salter & Atkins (2014); es preciso mirar esta problemática desde otro ángulo. Y considerar que aunque no se pueden evidenciar creencias mediante comportamientos; si se puede observar y medir la manera como se transforman esas actividades de laboratorio para contribuir con la comprensión sobre naturaleza de la ciencia. Es decir, los laboratorios cuyos objetivos busquen el desarrollo de una concepción informada sobre la construcción del conocimiento científico deben permitir al participante realizar actividades de planeación, discusión, análisis y aplicación. De esta manera al medir estas actividades las medias deberían ser más altas en estas categorías; lo cual indirectamente se vería reflejado en el conocimiento de la naturaleza de la ciencia.

La perspectiva anterior, está sustentada en los estudios que evalúan el impacto a propuestas de actividades de laboratorio tipo indagación en la comprensión de la naturaleza de la ciencia (Blanchard et al., 2010; Wallace et al., 2003). Siendo evidente que al involucrar a los estudiantes en este tipo de actividades se puede contribuir a transformar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia. Ya que dependiendo de las formas de implementación se puede contribuir o no al desarrollo del conocimiento sobre naturaleza de

la ciencia. Incluso los mismos resultados del estudio de Salter & Atkins (2014) arrojaron pequeñas mejoras en la comprensión declarativa de la naturaleza de la ciencia de los estudiantes luego de estar involucrados en actividades de investigación abierta.

Es entonces desde esta noción que estas características de las actividades llevadas a cabo en los cursos observados, son indicio de una poca contribución a la comprensión de la naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial. Por ser actividades principalmente centradas en los procedimientos y ceñidas a los requisitos de las guías. Pues, aunque los participantes realizaban los análisis y las conclusiones, esto se llevaba a cabo sólo cuando la guía lo solicitaba.

Ahora, para profundizar y sustentar mejor el indicio arrojado por el contraste de las medias es necesario hacer un análisis descriptivo de las observaciones realizadas al curso de Ecología y al de Física del movimiento y de las evidencias arrojadas por los informes de laboratorio realizados por los maestros en formación matriculados en estas materias.

Se seleccionan estos dos cursos porque la diferencia entre los semestres es considerable (física del movimiento del primer semestre y Ecología del octavo). Además, Física pertenece a la Licenciatura en Matemáticas y Física y Ecología a la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Por tales características hacer este contraste descriptivo de algunas evidencias cualitativas puede mejorar la comprensión de lo que sucede en las actividades de laboratorio de las dos licenciaturas y a su vez se puede analizar esas visiones sobre naturaleza de la ciencia encontradas en estos espacios.

Para comenzar este análisis, es necesario partir de la descripción del tipo de informes de laboratorio realizados por los maestros en formación inicial pertenecientes a ambos cursos. En primera instancia, es importante llamar la atención en que su estructura es similar, a pesar de ser disciplinas diferentes; esta depende en gran parte de lo solicitado por el profesor encargado del curso (ver anexo 5). Ahora, ambos tipos de informe se centran principalmente, en los cálculos, el análisis de los resultados y las conclusiones a la luz de la teoría. No se

evidencia, discusiones sobre la relación de esos hallazgos con otras situaciones o reflexiones en torno a los impactos sociales del conocimiento y sus aplicaciones. Debido a que sus análisis y conclusiones son principalmente reproducciones de las relaciones teóricas, la categoría de aplicación obtuvo puntajes muy bajos en ambos cursos (Física del movimiento 0,11 y Ecología 0,05). Lo anterior puede constatarse con las siguientes conclusiones elaboradas por los maestros en formación de ambos cursos:

“El movimiento de caída libre se caracteriza por presentar una velocidad inicial de 0 m/s y una aceleración que es la aceleración de la gravedad. Este movimiento es perpendicular al suelo; es posible determinar varias características como la altura y su velocidad en un tiempo determinado” (conclusión del informe de laboratorio de aceleración de la gravedad realizado por el grupo 1 en el semestre 2016-I).

“En general todas las variables como temperatura, humedad, luminosidad, etc, están relacionadas y son las principales responsables de las condiciones climáticas de una zona determinada, en una región podemos encontrar ambientes donde estas variables varían dando lugar a los microclimas” (conclusión del informe de laboratorio de microclimas realizado por el grupo 2 en el semestre 2016-I).

Las conclusiones mostradas aquí, son un ejemplo representativo de la forma como los maestros en formación concluyen. La cual se basa en construir conclusiones con una tendencia a mostrar el conocimiento teórico aprendido durante la clase y comprobado luego en la actividad de laboratorio. No hay un análisis diferente al de la teoría que relacione otros aspectos importantes para la construcción del conocimiento (contextos, culturas, factores políticos, ambientales etc.).

En realidad, esto podría deberse a que en la actividad de laboratorio no se involucra a los maestros en formación inicial en otras reflexiones y miradas del conocimiento. La razón es que estas actividades prácticas centran sus objetivos en la comprensión o comportamiento de las consideraciones teóricas y no hay metas relacionadas con el desarrollo de visiones contemporáneas de la ciencia. Lo cual debería ser uno de los objetivos para aportar no solo

a la comprensión conceptual sino también a la alfabetización científica de los maestros en formación.

Por ejemplo, los objetivos de la guía de laboratorio de microclimas en la actividad desarrollada por el grupo 2 de ecología era analizar las variaciones espaciales y temporales de diferentes variables microclimáticas y diferenciar el concepto de macro y microclima. Estos dos objetivos sólo se centran en la parte teórica y conceptual y no busca aportar a otros aspectos importantes para la educación científica como lo es la comprensión de naturaleza de la ciencia. Cabe resaltar que este tipo de objetivos es común en todas las guías de laboratorios usadas (ver anexo 6)

Ahora bien, estas evidencias apuntan a mostrar una actividad de laboratorio muy estructurada cuya forma de realizar es casi idéntica en todas las disciplinas, a pesar de su gran diferencia y características diversas. Este tipo de guías centradas en procedimientos y análisis reproducibles de igual forma, pueden convertirse en uno de los factores que podrían impedir la comprensión de las formas de construcción de la ciencia (Hodson, 1994; Hofstein & Lunetta, 2004).

Por el contrario, estas prácticas podrían contribuir a la transmisión de ideas erróneas sobre la naturaleza de la ciencia porque al parecer implícitamente muestran la ciencia como un proceso de un único método, planeado, lineal, imparcial. Muestra la ciencia como una construcción imparcial, sin valores y deshumanizada (Vhurumuku et al., 2006).

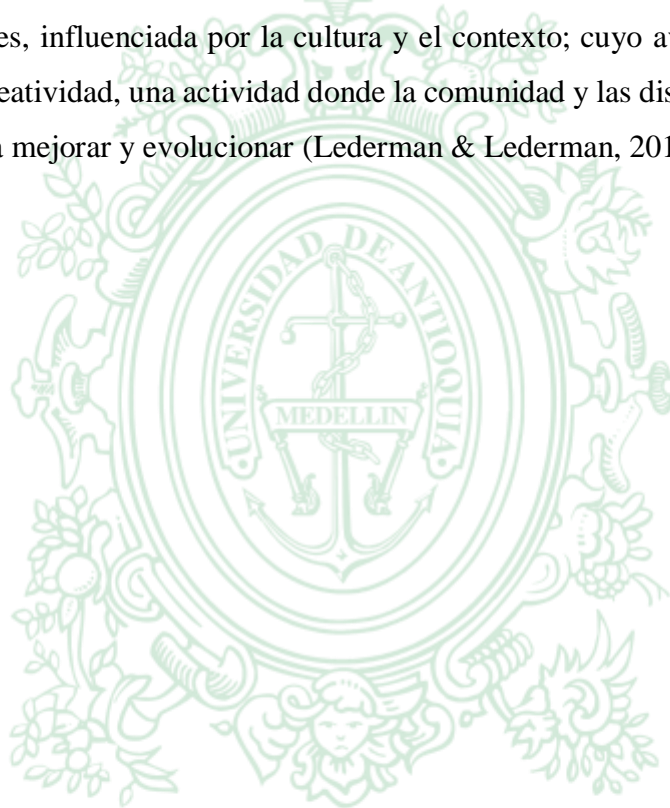
Es entonces por estas razones que al parecer las actividades de laboratorio llevadas a cabo en los cursos observados contribuyen muy poco a desarrollar una visión contemporánea de la ciencia mínimamente general, pues cada disciplina científica tiene sus características particulares y sus formas de construcción (McComas, 2015). Esto es debido a que en su estructura sólo se concibe la comprensión conceptual del conocimiento y la actividad de laboratorio no se enfoca en otros objetivos también importantes para la educación científica de los maestros en formación.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Así pues, la actividad de laboratorio implícitamente podría mostrar una visión de ciencia donde no se tienen en cuenta las reflexiones contemporáneas de la historia y la epistemología. Reflexiones que apuntan a considerar la ciencia como una construcción humana, con valores, influenciada por la cultura y el contexto; cuyo avance depende de la subjetividad y la creatividad, una actividad donde la comunidad y las discusiones entre pares fundamentales para mejorar y evolucionar (Lederman & Lederman, 2014).



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



Capítulo 6

Conclusiones y nuevos

questionamientos

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

6.1. Conclusiones a la luz de los objetivos propuestos

En este capítulo se exponen algunas de las conclusiones construidas a partir de los objetivos propuestos en la investigación. Se explicita y describe los fines alcanzados por este estudio y las conclusiones generales enunciadas a la luz de los resultados.

Para empezar a exponer las conclusiones construidas a partir de los hallazgos; es preciso tener en cuenta que el objetivo general de esta investigación era evaluar las formas de implementación de las prácticas de laboratorio y su contribución con una visión contemporánea de la ciencia y el trabajo científico de maestros en formación inicial. Con el fin de hacer un análisis amplio de este tipo de trabajo práctico, se toma información de actividades de laboratorio realizadas en las distintas disciplinas (física, biología y química) y en dos programas de formación inicial de maestros.

Ahora, a partir de este objetivo general se plantean 3 objetivos específicos cuyo fin era guiar el cumplimiento del objetivo antes descrito. Luego del estudio cuantitativo realizado se puede llegar a las conclusiones descritas a continuación a partir de los siguientes objetivos específicos:

Identificar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en formación y comparar esas visiones entre distintos niveles académicos.

Las evidencias empíricas en relación a este objetivo específico, muestran maestros en formación inicial con concepciones sobre naturaleza de la ciencia con una leve inclinación hacia visiones constructivistas sobre la producción del conocimiento científico. La tendencia hacia el constructivismo es leve pues tanto en la Licenciatura en Matemáticas y Física y la Licenciatura en Educación básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental; hay maestros en formación con concepciones ingenuas sobre la naturaleza de la ciencia.

En concreto, las visiones sobre naturaleza de la ciencia identificadas en los maestros en formación inicial muestran que los participantes han desarrollado cierta comprensión en asuntos de la provisionalidad, el progreso del conocimiento y la importancia de los valores y

la comunidad científica para el desarrollo de la ciencia. Sin embargo, a pesar de tener ciertas claridades sobre los asuntos mencionados, hay aspectos en los que al parecer tienen cierta confusión, tales como, el considerar que la experimentación y la observación son las únicas formas de validar el conocimiento así como pensar que las leyes son productos netamente empíricos.

Estos resultados no son muy distantes de los encontrados en la revisión de literatura. Pues las investigaciones hechas en el campo apuntan a que la participación continua en espacios de formación donde se reflexione sobre la naturaleza de la ciencia permite mejorar la comprensión sobre este asunto. Cabe resaltar que el entender la construcción de la ciencia depende también de las formas y estrategias que se utilicen (Abd-El-Khalick, 2013). Sin embargo, teóricamente también es claro que en los diversos espacios de formación se siguen presentando limitaciones a la hora de lograr una comprensión sobre naturaleza de la ciencia de los maestros pertenecientes a estos programas (Írez et al., 2011).

Ahora, teniendo en cuenta lo anterior, se puede concluir que los programas estudiados permiten desarrollar a los maestros en formación una comprensión sobre la naturaleza de la ciencia, pero aún es necesario mejorar en este aspecto para que se profundice en la comprensión de esas visiones sobre ciencia y los maestros en formación tengan concepciones más claras y definidas del trabajo científico.

Por otra parte, los hallazgos sustentan la anterior idea mostrando que hay una mejora en la comprensión sobre el conocimiento de la naturaleza de la ciencia al avanzar en el programa de formación. Los resultados indican que en los semestres iniciales hay mayor cantidad de maestros en formación con concepciones empírico-inductivistas de la ciencia. Mientras que este número se reduce en los semestres avanzados de ambos programas. Por lo que se puede concluir que los maestros en formación inicial de semestres avanzados poseen una visión más constructivista de la ciencia, mientras que los maestros en formación de semestres iniciales presentan visiones más empírico-inductivistas de la ciencia.

Caracterizar y analizar las formas de implementación de las actividades de laboratorio en la formación inicial de profesores de ciencia en el contexto de la Facultad de Educación

Para el cumplimiento de este objetivo se analizaron dos aspectos de las actividades de laboratorio observadas, uno de ellos fue el nivel de indagación y el otro el tipo de acciones llevadas a cabo en estos espacios.

Con respecto al primer aspecto los resultados sustentan que la mayoría de actividades de laboratorio son de nivel de indagación 1 o investigaciones guiadas, las cuales se caracterizan por proporcionar el problema, los procedimientos, pero los análisis y las conclusiones son construidas por los participantes. Este tipo de actividades prácticas se presentaron en ambas licenciaturas observadas y en las tres disciplinas analizadas (física, química y biología). A pesar de las diferencias disciplinarias y de enfoque de las actividades de laboratorio observadas, se evidencia una estructura muy similar con respecto a las guías de trabajo de las prácticas. En todas ellas los objetivos apuntan a la comprensión conceptual mediante montajes o el aprendizaje de técnicas y procedimientos de laboratorio.

Razón que lleva a concluir que al parecer las actividades de laboratorio llevadas a cabo en la Facultad de Educación no conciben otros objetivos de la educación científica diferentes al desarrollo conceptual y el aprendizaje de técnicas y procedimientos; desaprovechando así las múltiples potencialidades de estas actividades.

Ahora, con respecto al segundo aspecto analizado, el de tipo de actividades, los resultados arrojan que el tipo de actividad más común en las prácticas es el de la categoría de realización de procedimientos, seguida por la categoría de análisis. Además las actividades menos realizadas en los laboratorios por los maestros en formación, son las relacionadas con la planificación de las prácticas y la aplicación de estas a otros contextos. Así pues las actividades de laboratorio observadas se caracterizaron por tener guías procedimentales estructuradas, enfocarse en la realización de procedimientos y análisis reducidos a cálculos

matemáticos y construcción de conclusiones. Dejando de lado, la formulación de preguntas, el diseño de procesos y la aplicación de esos resultados en otros contextos y situaciones.

En este punto y remitiéndonos al análisis teórico, se encuentra que el contexto de la Universidad de Antioquia no es ajeno a la problemática de implementación de las actividades de laboratorio mencionada por diversos autores a nivel mundial (Abrahams & Millar, 2008; Millar, 2009; Sandoval & Reiser, 2004). Pues de forma similar las características y formas de desarrollar las prácticas centradas en los procedimientos, concuerdan con las cuestionadas por autores como Lunetta et al., (2007) y Hodson (1994). A pesar de esos múltiples cuestionamientos a este tipo de prácticas; en los diversos contextos; estos laboratorios se siguen implementando en la enseñanza y en la formación inicial de maestros en Colombia (Salcedo et al., 2005; Tamayo & López, 2012).

Esto lleva a concluir que las actividades de laboratorio en las dos licenciaturas estudiadas se reducen en la mayoría de los casos a los procedimientos y poco involucran al maestro en formación inicial en la planeación, reflexión y aplicación de los resultados producto de las experiencias de laboratorio a otros contextos. Debido a que estas prácticas siguen inmersas en un contexto tradicional el cual no privilegia la comprensión y el aprendizaje profundo de los fenómenos científicos y la construcción de la ciencia.

Contrastar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial y las formas de implementación de las actividades de laboratorio con el fin de determinar la contribución de las prácticas a la comprensión de la construcción del conocimiento y el trabajo científico.

Del contraste realizado con los datos cuantitativos obtenidos de las concepciones de naturaleza de la ciencia por curso y las medias de cada categoría de caracterización se observa que el comportamiento de los promedios de naturaleza de la ciencia es diferente con respecto al de las categorías de actividades en el laboratorio.

Esta diferencia consiste en que las medias de naturaleza de la ciencia tienden a aumentar a medida que el semestre de la materia aumenta; y al parecer las medias sobre las

categorías de las actividades de laboratorio no dependen del semestre ni del curso. Los valores pueden aumentar indistintamente de acuerdo con la materia, el curso y la licenciatura. Parece ser que estos dependen realmente de la forma como se implementan estas actividades, el número de maestros en formación y de sesiones llevadas a cabo.

Es por tanto, lo anterior un indicio de que las actividades de laboratorio son tan estructuradas y centradas en los procedimientos que poco aportan y contribuyen a una visión contemporánea de la ciencia. Pues al parecer la contribución de actividades prácticas con estas características impacta directamente al desarrollo de habilidades como el manejo de instrumentos, equipos, el aprendizaje de técnicas y la observación de fenómenos.

Esto se reafirma con el análisis descriptivo de las prácticas, en donde se encuentran actividades de laboratorio fuertemente ceñidas a las guías de trabajo y enfocadas en el logro de objetivos como la comprensión de conceptos teóricos y procedimientos. Así pues, esta situación también emerge en los fundamentos teóricos analizados previamente. Donde investigaciones como la Vhurumuku et al. (2006) muestran que a pesar del potencial que tienen las actividades de laboratorio para mejorar la comprensión de naturaleza de la ciencia, su forma de implementación puede transmitir visiones erróneas sobre el conocimiento.

Por tal razón, esto lleva a sospechar y a concluir que las actividades de laboratorio poco contribuyen con una visión contemporánea de la ciencia puesto que sus objetivos están alejados de lograr una comprensión sobre naturaleza de la ciencia.

6.2. Cuestiones a profundizar

Los resultados de esta investigación y su aporte al cumplimiento de los objetivos dan luces para cuestionarse en ciertos aspectos develados en los análisis. Estas nuevas cuestiones y asuntos de difícil respuesta a partir del estudio y sobre las que es necesario profundizar, se describen a continuación:

Actividades tipo investigación como estrategia para mejorar la comprensión sobre naturaleza de la ciencia

La escasa contribución de las actividades de laboratorio actuales a la comprensión de la naturaleza de la ciencia ha sido un aspecto emergente en las investigaciones que conlleva a la búsqueda de estrategias para subsanar esta problemática (Hofstein & Lunetta, 2004; Lederman & Lederman, 2014; Sandoval & Morrison, 2003). Como una posible solución a esta situación problema, se han planteado las prácticas tipo investigación como un espacio propicio al permitir la comprensión de conceptos científicos, mejorar el proceso argumentativo, de formulación de preguntas y las habilidades de investigación. Estas últimas fundamentales para la comprensión de asuntos epistemológicos y de construcción de la ciencia (Abd-El-Khalick et al., 2004; Blanchard et al., 2010; Wallace et al., 2003).

Las razones anteriores se convierten en una justificación válida para seguir investigado y produciendo conocimiento en torno a cómo esas actividades de laboratorio tipo investigación contribuyen a mejorar la comprensión sobre la construcción de la ciencia. Este asunto es un tema que ha surgido de la revisión teórica hecha en el presente investigación que al no ser el objetivo de este estudio queda como una cuestión abierta. En la cual se debe profundizar y diseñar metodologías apropiadas para evaluar y analizar las formas más adecuadas de implementación y diseño de prácticas tipo investigativo.

Diseño y elaboración de una propuesta de intervención didáctica para mejorar el aprendizaje de los futuros maestros de ciencias utilizando actividades de laboratorio

Las prácticas de laboratorio junto con la resolución de problemas, la comprensión del discurso científico y las cuestiones inferenciales, son los 3 escenarios típicos en los que se desarrolla el aprendizaje de las ciencias. En nuestro trabajo de investigación, el interés estaba centrado principalmente en analizar y caracterizar la forma como se realizan las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencia. Los resultados encontrados muestran que estas prácticas se siguen desarrollando principalmente de la forma tradicional, con poca

o nula incorporación de los avances de la investigación en el campo de la educación científica. De igual forma, nuestra investigación dado su carácter descriptivo no tenía como objetivo proponer ninguna intervención didáctica; por ello, es conveniente que en el futuro inmediato se realice una investigación en profundidad acorde con las recomendaciones internacionales, en la cual se realice una propuesta de intervención didáctica amplia y rigurosa que contribuya a la reformulación de las prácticas de laboratorio en la formación de profesores de ciencias en un contexto particular. Dado que la potencia estadística en nuestra investigación fue limitada, se hace necesario ampliar los sujetos objeto de estudio; es decir, identificar grupos de distinta naturaleza para poder realizar una comparación e identificar las diferencias individuales y las variables que la comunidad de didactas de las ciencias ha identificado como las más relevantes a la hora de proponer una innovación en este sentido. En la literatura internacional y en las recomendaciones de organismos científicos, se ha observado que la utilización de las prácticas de laboratorios y las actividades experimentales pueden contribuir a alcanzar los objetivos de aprendizaje previstos en los estudiantes si: 1) Están diseñadas con claros resultados de aprendizaje en mente, 2) son cuidadosamente secuenciadas, 3) están diseñadas para integrar el aprendizaje del contenido científico con el aprendizaje de los procesos de la ciencia, e (4) incorporan reflexión y discusión continua del estudiante (Singer et al., 2005). Con estos elementos en mente y otros se podría realizar la propuesta didáctica de intervención.

Evaluación de la comprensión conceptual de los maestros en formación mediados por las prácticas de laboratorio en las clases de ciencias

Tal y como se ha planteado en esta investigación, al parecer las actividades de laboratorio del contexto estudiado poco aportan o contribuyen a la construcción de visiones contemporáneas sobre la ciencia. Ahora, en el presente estudio no analizó y discutió sobre los aprendizajes específicos que los maestros en formación logran en torno a la naturaleza de la ciencia y la comprensión conceptual de los estudiantes asuntos. Por tal motivo, es preciso investigar acerca de esos aprendizajes particulares que logran conquistar los maestros en



formación en los espacios de laboratorio. Por otro lado, es fundamental diseñar las herramientas más adecuadas para tales evaluaciones. Esto es importante en el sentido de que se puede evaluar las formas de implementación de las actividades de laboratorio y a partir de los resultados mejorarlas para conseguir los objetivos buscados. Sobre este asunto se ha llamado la atención en la investigación de Vhurumuku et al. (2006), quienes proponen una forma para evaluar el impacto de las actividades de laboratorio en la comprensión de naturaleza de la ciencia. Esta propuesta incluye cuestionarios abiertos y entrevistas semiestructuradas.

Tal como lo hemos mencionado, esperamos aportar a la formación de maestros en ciencias vinculando las prácticas de laboratorio. Para ello, se exponen estas cuestiones con el fin de que se puedan desarrollar investigaciones futuras.

Referencias bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810. doi.org/10.1002/sce.10143
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., Tuan, H. (2004). Inquiry in science education: international perspectives. *Science Education*, 88(3), 397-419. doi.org/10.1002/sce.10118
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A.-P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855. doi.org/10.1002/tea.20226
- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
doi.org/10.1080/09500690701749305
- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055. doi.org/10.1002/tea.21036

- Abrahams, I., Reiss, M. J., & Sharpe, R. (2014). The impact of the ‘getting practical: improving practical work in science’ continuing professional development programme on teachers’ ideas and practice in science practical work. *Research in Science & Technological Education*, 32(3), 263-280.
doi.org/10.1080/02635143.2014.931841
- Acevedo-romero, P., Vázquez, A., Manassero, M. A., & Acevedo-Díaz, J. A. (2007). consensos sobre la naturaleza de la ciencia :fundamentos de una investigación empírica, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers’ conceptions of nature of science. *Journal of research in Science Teaching*, 37(4), 295–317.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680. //doi.org/10.1002/tea.20159
- Akerson, V. L., Morrison, J. A., & McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers’ retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.
doi.org/10.1002/tea.20099
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542. doi.org/10.1002/sce.20432

- Ángulo, F. (1998). La formación del profesor de ciencias: fundamentos teóricos en una perspectiva de autorregulación metacognitiva. *Revista educación y pedagogía*, 10(21), 69-96.
- Aravena, Kimelman, Micheli, Torrealba, & Zuñiga. (2006). Enfoque metodológico cuantitativo . *Investigación educativa* (Vol.I). Chile.
- Bartos, S. A., & Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(9), 1150-1184. doi.org/10.1002/tea.21168
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 563–581.
- Bilican, K., Tekkaya, C., & Cakiroglu, J. (2012). Pre-service science teachers' instructional planning for teaching nature of science: a multiple case study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 31, 468-472. doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.088
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616. doi.org/10.1002/sce.20390
- Buck, L. B., Bretz, S. L., & Towns, M. H. (2008). Characterizing the level of inquiry in the undergraduate laboratory. *Journal of College Science Teaching*, 38(1), 52–58.

- Clough, M. P. (2011). Teaching and assessing the nature of science. *The Science Teacher*, 78(6), 56.
- Cobb, P., Confrey, J., Lehrer, R., Schauble, L., & others.(2003). Design experiments in educational research.*Educational researcher*, 32(1), 9–13.
- Dekorver, B. K., & Towns, M. H. (2016).Upper-level undergraduate chemistry students' goals for their laboratory coursework.*Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1198-1215. doi.org/10.1002/tea.21326
- Dhingra, K. (2003). Thinking about television science: How students understand the nature of science from different program genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 234-256. doi.org/10.1002/tea.10074
- Dillon, J. (2008). A review of the research on practical work in school science. Kings College. Recuperado a partir de http://www.scoreeducation.com/downloads/practical_work/Review_of_Research.pdf
- Dogan, N., & Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 1083-1112. doi.org/10.1002/tea.20243
- Duit, R., Niedderer, H., & Schecker, H. (2007). Teaching physics. En Lederman, S. & Lederman, N. (Ed), *Hanbook of research on science education*.(pp. 599- 630) New york: Routledge.
- Feyerabend, P. K. (1981). *Tratado contra el método: esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Madrid: Tecnos.

- García-Carmona, A., Vásquez, Á. V., & Manassero, M. A. M. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 403–412.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of research in science teaching*, 37(7), 655–675.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5a ed. México, D.F: McGraw-Hill.
- Hodson. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hodson, D. (1993). Rethinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142.
doi.org/10.1080/03057269308560022
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28-54.
doi.org/10.1002/sce.10106
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
doi.org/10.1002/tea.20072

- Huriye, D. C. (2015). Development of metacognitive skills: designing problem-based experiment with prospective science teachers in biology laboratory. *Educational Research and Reviews*, 10(11), 1487-1495. doi.org/10.5897/ERR2015.2283
- Irez, S. (2006). Are we prepared?: An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Education*, 90(6), 1113-1143. doi.org/10.1002/sce.20156
- Irez, S., Çakir, M., &Şeker, H. (2011). Exploring Nature of Science Understandings of Turkish Pre-service Science Teachers. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 6-17.
- Irzik, G., & Nola, R. (2011). A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607. doi.org/10.1007/s11191-010-9293-4
- Kang, N.-H., & Wallace, C. S. (2005). Secondary science teachers' use of laboratory activities: linking epistemological beliefs, goals, and practices. *Science Education*, 89(1), 140-165. https://doi.org/10.1002/sce.20013
- Katchevich, D., Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2013). Argumentation in the chemistry laboratory: inquiry and confirmatory experiments. *Research in Science Education*, 43(1), 317-345. doi.org/10.1007/s11165-011-9267-9
- Kerlinger, F., & Lee, H. (1986). Diseño de investigación: propósito y principio. En *Investigación del comportamiento* 4a ed. California: McGraw-Hill.
- Khishfe, R. (2012). Nature of Science and Decision-Making. *International Journal of Science Education*, 34(1), 67-100. doi.org/10.1080/09500693.2011.559490

- Khishfe, R., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418. doi.org/10.1002/tea.20137
- Lederman, N. (2007). Nature of science: past, present, and future. En Abell, S. & Lederman, N. (Eds.), *Handbook of research on science education*. (pp. 831-880). New york: Routledge.
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of Science, Scientific Inquiry, and Socio-Scientific Issues Arising from Genetics: A Pathway to Developing a Scientifically Literate Citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285-302. doi.org/10.1007/s11191-012-9503-3
- Lederman, N., & Lederman, J. (2014). Research on teaching and learning of Nature of Science. En Abell, S. & Lederman, N. (Ed), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 600-620). New york: Routledge.
- Leite, L., & Dourado, L. (2013). Laboratory Activities, Science Education and Problem-solving Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677-1686. doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.190
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., & Clough, M. P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: an analysis of research, theory and practice. En Abell, S. & Lederman, N. (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 393-441). New york: Routledge.
- Mamlok-Naaman, R., & Barnea, N. (2012). Laboratory activities in Israel. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 8(1), 49-57.

- Mandler, D., Blonder, R., Yayon, M., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2014).
Developing and implementing inquiry-based, water quality laboratory experiments
for high school students to explore real environmental issues using analytical
chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(4), 492-496.
doi.org/10.1021/ed200586r
- Marín Martínez, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las
ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(Extra), 43-55.
- Martínez Torregrosa, J., Domenech Blanco, J. L., Menargues Marcilla, M. A., & Romo
Guadarrama, G. (2012). La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de
la química como investigación dirigida. *Educación química*, 23(1), 112-126.
- McComas, Clough, & Almazroa. (1998). A review of the role and character of the nature of
science in science education. En McComas, W. (ed.), *The nature of science in
science education: rationales and strategies* (3-40). Boston: Kluwer Academic
Publishers.
- McComas, W. F. (2015). The nature of science and the next generation of biology
education. *The American Biology Teacher*, 77(7), 485-491.
doi.org/10.1525/abt.2015.77.7.2
- Millar. (2009). Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: the
practical activity analysis inventory (paai). york: centre for innovation and research
in science education, university of york. Recuperado a partir de
<http://www.york.ac.uk/depts/educ/research/ResearchPaperSeries/index.htm>

- Morrison, J. A., Raab, F., & Ingram, D. (2008). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), 384-403. doi.org/10.1002/tea.20252
- Moutinho, S., Torres, J., Fernandes, I., & Vasconcelos, C. (2015). Problem-based learning and nature of science: a study with science teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 191, 1871-1875. doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.324
- Nivalainen, V., Asikainen, M. A., & Hirvonen, P. E. (2013). Preservice teachers' objectives and their experience of practical work. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(1), 1- 15. doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010102
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. doi.org/10.1080/0950069032000032199
- Pekbay, C., & Yilmaz, S. (2015). The effect of explicit-reflective and historical approach on preservice elementary teachers' views of nature of science. *International Journal of Progressive Education*, 11(1), 113-131
- Restrepo, M. C. R., Guzmán, J. F. G., & Romero, Á. E. R. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias. Una propuesta pedagógica centrada en la experimentación y fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias. *Nodos y Nudos*, 4(35), 76-93.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henrisson, H., & Hemmo, V. (2007). Rocard report of the European Commission. Science Education now: a renewed pedagogy for the future of Europe. Brussels: European Commission.

- Rodríguez, D., & Valdeoriola, J. (2009). Metodologías cuantitativas. En Metodología de la investigación (FUOC, Vol. I, pp. 31-43). Barcelona. Recuperado a partir de http://zanadoria.com/syllabi/m1019/mat_cast-nodef/PID_00148556-1.pdf
- Romero, Á., & Aguilar, Y. (2013). *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico un análisis histórico y eistemológico con fines didácticos*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Romero, Á., Aguilar, Y., & Mejía, L. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *Revista de Investigación Educativa*, 23, 75-98.
- Salcedo Torres, L. E., Villarreal Hernández, M. E., Zapata Castañeda, P. N., Rivera Rodríguez, J. C., Colmenares Gulumá, E., & Moreno Romero, S. P. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-5.
- Salter, I. Y., & Atkins, L. J. (2014). What students say versus what they do regarding scientific inquiry. *Science Education*, 98(1), 1-35. doi.org/10.1002/sce.21084
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., & Witte, S. (2013). Writing to Learn by Learning to Write During the School Science Laboratory: Helping Middle and High School Students Develop Argumentative Writing Skills as They Learn Core Ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670. doi.org/10.1002/sce.21069
- Sandi-Urena, S., Cooper, M., & Stevens, R. (2012). Effect of cooperative problem-based lab instruction on metacognition and problem-solving skills. *Journal of Chemical Education*, 89(6), 700-706. doi.org/10.1021/ed1011844

- Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369-392. doi.org/10.1002/tea.10081
- Sandoval, W. A., & Reiser, B. J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science Education*, 88(3), 345-372. doi.org/10.1002/sce.10130
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645. doi.org/10.1002/sce.10128
- Shultz, G. V., & Li, Y. (2016). Student development of information literacy skills during problem-based organic chemistry laboratory experiments. *Journal of Chemical Education*, 93(3), 413-422. doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00523
- Sierra, R. (2001). *Técnicas de investigación social: teoría y ejercicios*. Madrid, España: Paraninfo.
- Singer, S., Hilton, M. L., & Schweingruber, H. A. (2005). *America's lab report investigations in high school science*. Washington, D.C.: National Academies
- Tamayo Alzate, O. E., & López Rúa. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1)145-166.

- Tamir, & García Rovira, M. P. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de textos de Ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias, 10*, 003–12.
- Tamir, Pinchas, & Lunetta, V. N. (1978). An analysis of laboratory inquiries in the BSCS yellow version. *The American Biology Teacher, 40*(6), 353-357.
doi.org/10.2307/4446267
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: in pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics, 90*(5), 403-418.
doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb17229.x
- Toplis, R., & Allen, M. (2012). ‘I do and iunderstand?’ practical work and laboratory use in United Kingdom schools. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 8*(1), 3–9.
- Torres, T., Milicic, B., Soto, C., & Sanjosé, V. (2013). Generating Students’ Information Seeking Questions in the Scholar Lab: What Benefits Can We Expect From Inquiry Teaching Approaches? *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 9*(9), 259-272. doi.org/10.12973/eurasia.2013.934a
- Torres Valois, T. (2013). Preguntas de los estudiantes sobre dispositivos experimentales en distintas situaciones didácticas: génesis y tipología (tesis doctoral). Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Ünal, C., & Özdemir, Ö. F. (2013). A physics laboratory course designed using problem-based learning for prospective physics teachers. *European Journal of Science and Mathematics Education. 1*(1), 29-33.

- Vasques, R., Solano, I., Veit, E. A., & Lang da Silveira, F. (2011). Validación de un cuestionario para investigar concepciones de profesores sobre ciencia y modelado científico en el contexto de la física. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 6(1), 43–60.
- Vasquez, García-Carmona, & Manassero. (2014). Spanish students' conceptions about NOS and STS issues: A diagnostic study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(1). doi.org/10.12973/eurasia.2014.1013a
- Vhurumuku, E., Holtman, L., Mikalsen, O., & Kolsto, S. D. (2006). An investigation of Zimbabwe high school chemistry students' laboratory work-based images of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 127-149. doi.org/10.1002/tea.20098
- Wallace, C. S., Tsoi, M. Y., Calkin, J., & Darley, M. (2003). Learning from inquiry-based laboratories in nonmajor biology: An interpretive study of the relationships among inquiry experience, epistemologies, and conceptual growth. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 986-1024. doi.org/10.1002/tea.10127
- Werner, C., & Becker, A. (2007). O Ensino de física na Universidade de Passo Fundo: uma investigação. *Educere*, 37, 327-332.
- Yacoubian, H. A., & BouJaoude, S. (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(10), 1229-1252. doi.org/10.1002/tea.20380



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas.

ScienceEducation, 86(3), 343-367. doi.org/10.1002/sce.10025



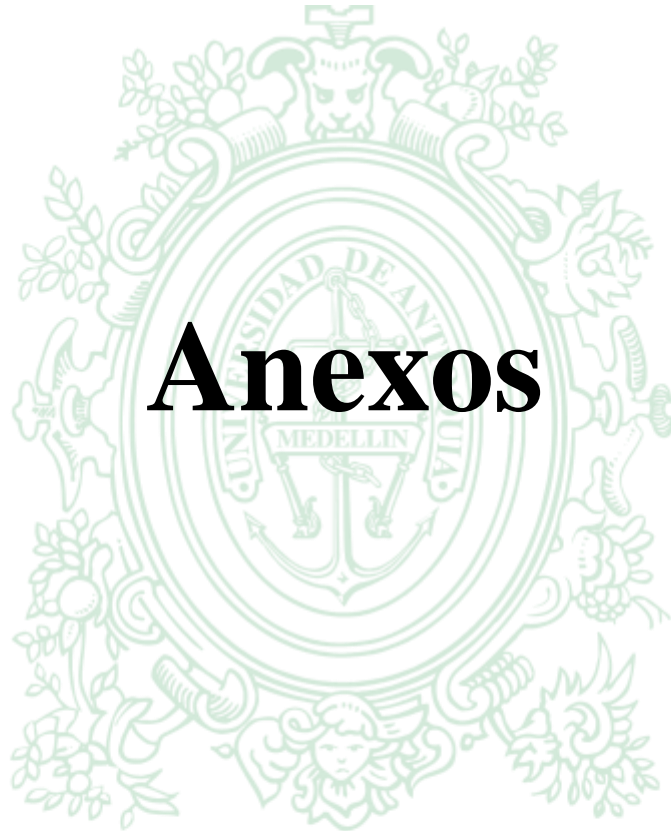
**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



Anexos

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Anexo 1. Rúbrica para caracterizar el nivel de investigación en los laboratorios de pregrado

Rúbrica para caracterizar el nivel de investigación en los laboratorios de pregrado					
Materia:	Práctica			Fecha	°N
Características	Nivel 0 Confirmación	Nivel ½ Investigación estructurada	Nivel 1 Investigación guiada	Nivel 2 Investigación abierta	Nivel 3 Investigación Auténtica
Problema/pregunta					
Teoría/antecedentes					
Procedimiento/diseño					
Resultados					
Análisis de resultados					
Conclusiones					



Anexo 2. Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio

Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio							
Materia:	Práctica:	Fecha				°N	
	Afirmaciones	N° Recurrencias				Total	
PLANIFICACIÓN El estudiante...	Formula preguntas						
	Predice resultados experimentales						
	Formula hipótesis						
	Diseña observaciones/procedimientos						
	Diseña un experimento						
REALIZACIÓN El estudiante...	Realiza observaciones						
	Realiza medidas						
	Utiliza aparatos						
	Anota resultados						
	Hace calculos numéricos						
	Explica procedimientos						
	Trabaja según su propio diseño						
ANÁLISIS El estudiante...	Representa datos en una tabla						
	Representa los resultados gráficamente						
	Realiza dibujos basados en sus propias observaciones						
	Extrae interrelaciones y/o conclusiones						
	Determina la exactitud de resultados experimentales						
	Define las limitaciones y los supuestos inherentes al experimento						
	Formula generalizaciones/propone modelos						
	Explica interrelaciones						
	Formula nuevas preguntas						
	APLICACIÓN El estudiante...	Hace predicciones basadas en resultados experimentales					
Formula hipótesis basadas en los resultados experimentales							
Aplica técnicas experimentales a un problema nuevo							
Aplica los resultados experimentales a un nuevo contexto							

Anexo 3. Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física

INSTRUCCIONES

1. El test está formado por 23 afirmaciones sobre la ciencia, es de suma importancia responder todas las preguntas. Además, que sus respuestas sean fieles a su visión.
2. No hay una respuesta “correcta” o “incorrecta”, lo que se busca es su opinión.
3. Para contestar se marcará con una equis (x) la opción que se considere adecuada.

- | | |
|---|-------------------|
| 1 | MUY DE ACUERDO |
| 2 | DE ACUERDO |
| 3 | INDECISO |
| 4 | EN DESACUERDO |
| 5 | MUY EN DESACUERDO |

Nombre _____
 Programa _____
 Semestre _____

 Materia _____

Afirmación		Grado de acuerdo				
1	Para que el conocimiento científico pueda emerger de observaciones y/o experimentaciones sobre el mundo natural, el científico debe abstenerse de ideas previas.	1	2	3	4	5
2	Sólo se puede afirmar que el conocimiento científico es definitivo cuando hay concordancia entre los resultados experimentales y sus previsiones en variadas condiciones.	1	2	3	4	5
3	El punto de partida para la construcción del conocimiento científico siempre debe ser la observación y la experimentación.	1	2	3	4	5
4	Una importante característica del conocimiento científico es su falibilidad.	1	2	3	4	5



5	La observación científica siempre se realiza a partir de algún presupuesto teórico sobre el objeto de estudio.	1	2	3	4	5
6	Cuando los científicos se confunden o se equivocan es porque no aplicaron adecuadamente la metodología científica.	1	2	3	4	5
7	La disputa y el conflicto de ideas entre los científicos son indeseables.	1	2	3	4	5
8	Las leyes científicas son generalizaciones de muchas observaciones y/o experimentos.	1	2	3	4	5
9	Los resultados de observaciones y de experimentos son incuestionables, pues revelan cómo es o cómo funciona de hecho la naturaleza.	1	2	3	4	5
10	Las teorías científicas, por más que estén bien apoyadas en la observación y en la experimentación, podrán revelarse como incorrectas en ciertos dominios.	1	2	3	4	5
11	La metodología científica sólo admite ideas que sean obtenidas a través de la observación y de la experimentación.	1	2	3	4	5
12	La objetividad y la efectividad del conocimiento científico dependen de la crítica y de la discordancia entre los científicos.	1	2	3	4	5
13	Una teoría debe estar en completo y total acuerdo con la observación y/o experimentación.	1	2	3	4	5
14	Los modelos científicos son construcciones humanas: siempre se originan en la mente de quien los (re)construye.	1	2	3	4	5
15	Un modelo científico puede pasar a representar sistemas físicos completamente diferentes de aquéllos para los que fue inicialmente concebido.	1	2	3	4	5
16	Los modelos científicos deben ser modificados siempre que no estén de acuerdo con los datos empíricos o con el cuerpo de conocimiento ya establecido.	1	2	3	4	5
17	Modelos científicos pueden ser entendidos como descripciones fieles de aspectos de la realidad.	1	2	3	4	5
18	La principal función de un modelo científico es servir como herramienta de enseñanza.	1	2	3	4	5
19	Los resultados obtenidos con un modelo científico jamás permitirán ir más allá de todo lo que previamente se sabía sobre el sistema físico de interés.	1	2	3	4	5
20	Es posible construir diversos modelos científicos para el mismo sistema físico, pero sólo uno será aceptable.	1	2	3	4	5
21	Hay modelos científicos que permiten investigar sistemas que no existen en la naturaleza.	1	2	3	4	5
22	Modelos científicos deben suministrar descripciones exactas de sistemas físicos.	1	2	3	4	5
23	Los científicos frecuentemente introducen elementos hipotéticos, ignoran propiedades y hacen uso de entidades no observables en el modelaje científico de sistemas físicos.	1	2	3	4	5



Ondas en un Resorte (Anexo 4)

21

3.5 Informe

Nombres: _____ Fecha: _____ Hora: _____

No olvide las unidades. Sustente siempre sus respuestas.

- Valores del Resorte**
 $L' = 0,219 \pm 0,001 \text{ m}$
 $m' = 0,5000 \pm 0,0006 \text{ kg}$
 $K = \frac{(0,05 \pm 0,0001)9,764 \text{ m/s}^2}{(0,06 \pm 0,001)} = 8,127 \pm 1,054 \text{ N/m}$
- $M' = 0,01415 \pm 0,0001 \text{ kg}$
 $x' = 0,030 \pm 0,001 \text{ m}$
- Valores Esperados de las Frecuencias**
 $v_{f \text{ exp}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{K}{M'}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{8,127 \pm 1,054 \text{ N/m}}{0,01415 \pm 0,0001 \text{ kg}}} = 11,93 \pm 0,7804 \text{ Hz}$ ✓
 Primer sobretono, $v_{\text{exp}} = 2v_{f \text{ exp}} = 23,86 \pm 1,56 \text{ Hz}$ ✓
 Segundo sobretono, $v_{\text{exp}} = 3v_{f \text{ exp}} = 35,79 \pm 2,34 \text{ Hz}$ ✓
- Intervalos Esperados de las Frecuencias**
 $ln_f = (11,20, 12,76) \text{ Hz}$ ✓
 $ln_1 = (22,40, 25,52) \text{ Hz}$ ✓
 $ln_2 = (33,60, 38,28) \text{ Hz}$ ✓
- Para el segundo sobretono: frecuencia, en destellos/minuto y destellos/s del estroboscopio,
 $v_s = 130060 \text{ destellos/min} = 2168 \text{ destellos/s}$ ✓
 ¿Es igual esta frecuencia a la del resorte y del generador de ondas?
- grande*
 Tabla 3.1 Valores experimentales de las tres primeras resonancias de un resorte.

Sobretono	v' (Hz)	λ' (m)	v' (m/s)	v'/v_f
Fund.	$12,5 \pm 1,03$	$0,430 \pm 0,002$	$5,28 \pm 0,15$	-No-
1	$24,9 \pm 1,00$	$0,210 \pm 0,001$	$5,23 \pm 0,23$	$1,99 \pm 0,24$
2	$36, \pm 1,0$	$0,140 \pm 0,001$	$5,04 \pm 0,16$	$2,28 \pm 0,31$

Anexo 5. Informe de laboratorio del grupo 1: curso de Física del Movimiento

ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA- Medellín - Colombia
Facultad de Educación, departamento de Ciencias y Artes

Resumen

En esta sesión se realiza comprensión mediante un análisis analítico y gráfico de la aceleración de la Tierra con respecto a los cuerpos que caen en ella, valiéndonos de las dos primeras leyes de Newton y realizando un cálculo matemático de las mediciones registradas por un timbre de frecuencia de pilas en una cinta de papel tipo sumadora al dejar en caída libre a una pesa de 200 g, logrando así observar la aceleración en la práctica como el incremento y cambio de la velocidad en el tiempo de la pesa cuando cae hacia el suelo.

Palabras claves: Aceleración, Gravedad, Caída libre

1. Introducción

Este estudio se hace con el objetivo de:

Estudiar un movimiento rectilíneo acelerado, a través de los datos obtenidos con el material dispuesto de la sesión de laboratorio.

Como propósito:

En este laboratorio se hará prueba de la parte teórica del tema de aceleración uniforme específicamente en lo que denominamos caída libre, así verificar cómo se comporta un objeto de masa considerable para realizar este estudio.

Este objeto será una pesa de acero la cual tiene en su parte superior una tira de papel que se desplazará por un timbre que da impulsos cada 1/40 segundos mientras se dejará caer la pesa, así podremos entonces medir las distancias de las marcas en el papel con el fin de realizar un análisis inicial a partir de estas.

De frente al análisis se debe comparar los resultados obtenidos con los propuestos según la teoría.

Dicho análisis no será solo mostrar cómo trata de ser una velocidad variante y una aceleración constante, en este caso se pretende modelar una posible ecuación que

describa dicho movimiento y contar que podemos deducir de lo que obtuvimos, al ser comparado con la teoría inicialmente mencionada.

2. MARCO TEORICO.

Movimiento uniformemente acelerado.

El cambio de velocidad en el tiempo de un objeto que tiene un movimiento no uniforme se comprende como la aceleración.

Simulando el movimiento de un cuerpo en caída libre (donde solo se consideran los efectos del campo gravitatorio sin otras consideraciones o factores como la resistencia del aire) se obtiene una aceleración que la denominamos “gravedad”, donde ésta es constante a nivel del mar, y como referencia para los ejercicios se le asigna un valor de 9.8 M/S^2 según lo acordado.

3. Materiales y procedimiento

Para llevar a cabo esta práctica del laboratorio se utilizaron los implementos tales como: Un timbre de pilas, una cinta de papel tipo sumadora, papel carbón, cinta pegante, una regla, una pesa de 200g, y finalmente como recurso humano el trabajo en equipo.

Desarrollo de la práctica experimental:

El trabajo consistió en estudiar la aceleración dejando caer una pesa previamente pegada a una cinta de papel, para marcar sus posiciones en cada intervalo de tiempo de $1/40 \text{ s}$.

El proceso se codifica mediante el uso de cálculos matemáticos condensando los resultados de tal manera que se presenten de una forma clara y ordenada.

Causas de errores:

La tirilla de papel fue afectada en su movimiento normal, pensamos que la cuña de borrador que tenía el timbre de pila en vez de mejorar el rendimiento de la maquina lo que hizo fue empeorar los resultados del funcionamiento.

PROCEDIMIENTO E INFORME



4. Actividad experimental

1) Primero trabajamos con la cinta y hallamos todos los datos experimentales para elaborar la siguiente tabla (Tabla 1).

Intervalo	Tiempo Total t(s)	Longitud de cada intervalo Li(cm)	Distancia total S(cm)	Velocidad de cada intervalo $V=Li/Ti$	Aceleración entre dos intervalos $a=Vi-Vo/To$
1	1/40	1,4	1,4	0,56 m/s	4,8 m/s ²
2	2/40	2,0	3,4	0,68 m/s	4,8 m/s ²
3	3/40	2,6	6,0	0,80 m/s	4,8 m/s ²
4	4/40	3,2	9,2	0,92 m/s	4,8 m/s ²
5	5/40	3,8	13,0	1,04 m/s	4,8 m/s ²
6	6/40	4,4	17,4	1,16 m/s	4,8 m/s ²
7	7/40	4,9	22,3	1,28 m/s	4,8 m/s ²
8	8/40	5,6	27,9	1,40 m/s	4,8 m/s ²
9	9/40	6,1	33,9	1,52 m/s	4,8 m/s ²
10	10/40	6,8	40,7	1,64 m/s	4,8 m/s ²
11	11/40	7,2	47,9	1,75 m/s	4,8 m/s ²
12	12/40	8,0	56,2	1,87 m/s	4,8 m/s ²
13	13/40	8,5	64,4	1,99 m/s	4,8 m/s ²
14	14/40	9,1	73,5	2,11 m/s	4,8 m/s ²
15	15/40	9,6	83,1	2,23 m/s	4,8 m/s ²

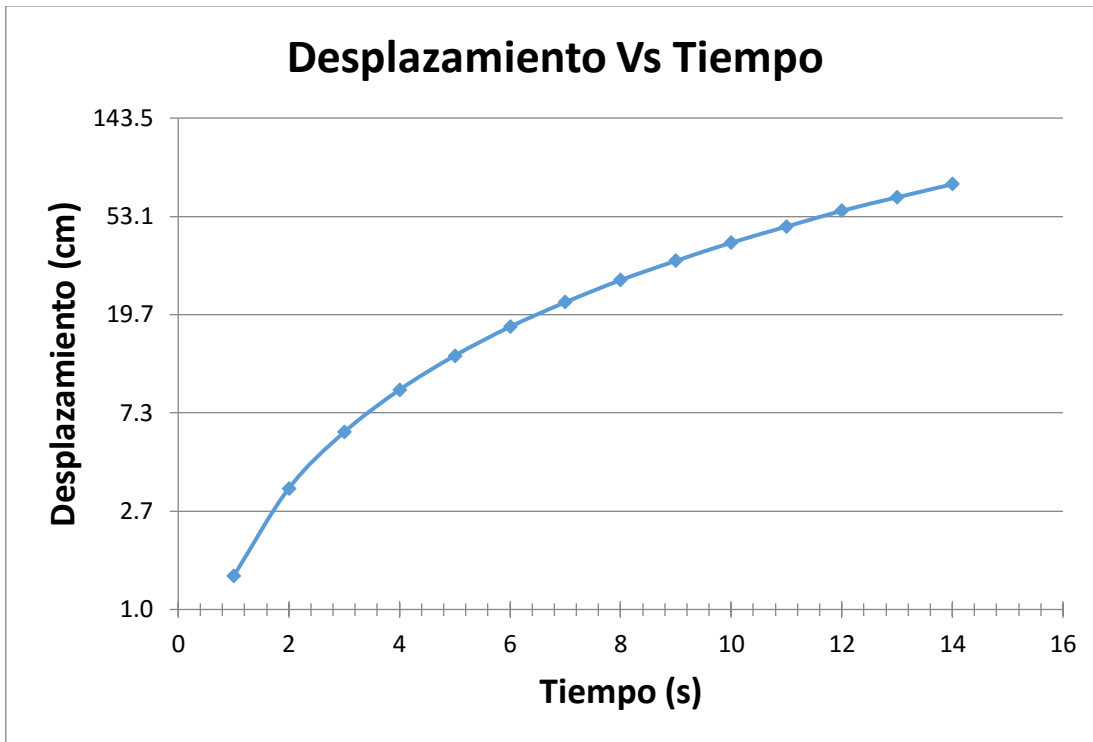
2) Analizamos este movimiento gráficamente, para ello, se construye las siguientes graficas en el papel milimetrado utilizando los datos de la tabla1:

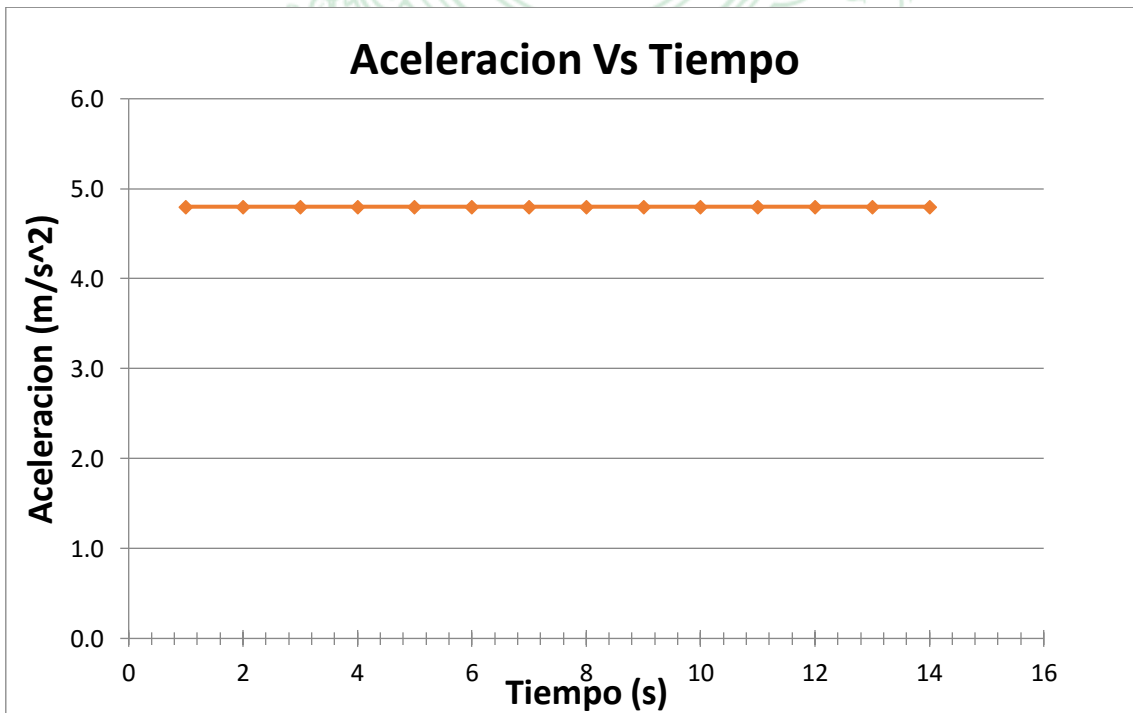
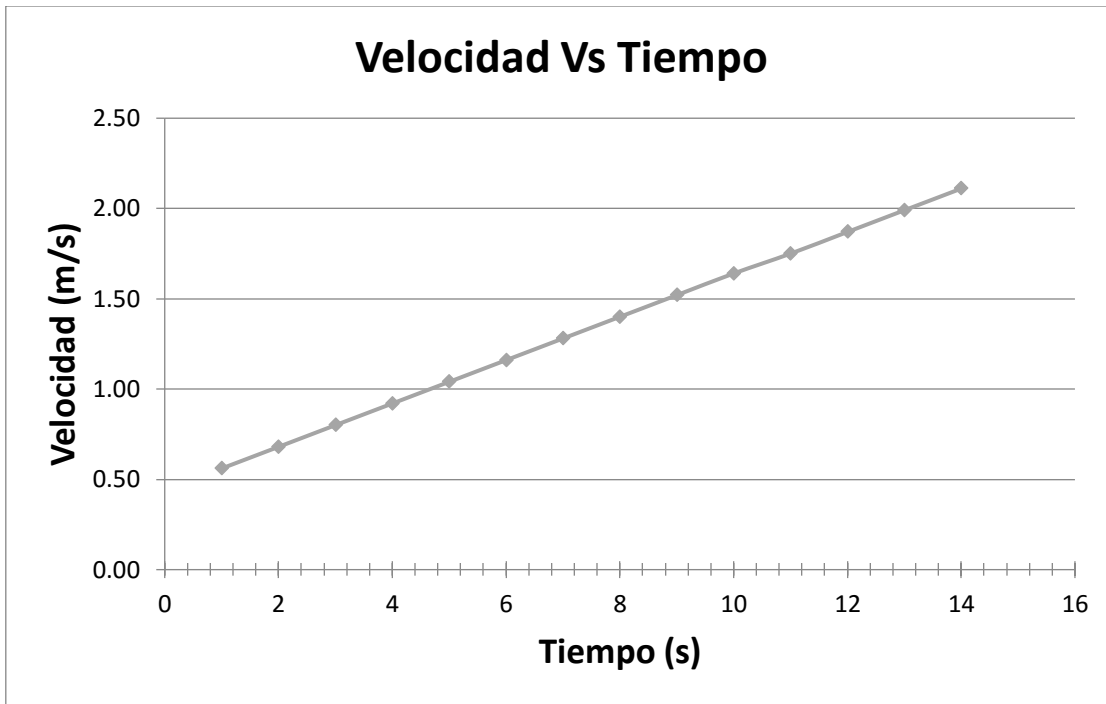
Desplazamiento Vs tiempo $s = f(t)$

Velocidad contra tiempo $v = f(t)$



Aceleración en función de tiempo $a = f(t)$





TAREAS Y PREGUNTAS

1) ¿Qué clase de ecuación describe la gráfica obtenida $s = f(t)$? ¿Cómo se escribe ésta ecuación para el experimento realizado?

Se describe una ecuación algebraica polinómica, la cual corresponde a una función cuadrática.

La ecuación que describe la gráficas $s = f(t)$ es una cuadrática de la forma $S = t^2 + bt + c$ Pero tomando $c = 0$, por partir de esa distancia, la formula queda así:

$$S = at^2 + bt + c$$

Tomando dos puntos de la tabla:

1. $1,4 = a(0,025)^2 + b(0,025)$
2. $9,6 = a(0,375)^2 + b(0,375)$

Multiplicando el punto uno por 15

3. $21 = (3/320)a + (0,375)b$

Restándole al punto dos las tres quedas así

4. $11,4 = (7/800)a$
5. $a = 50,70,34$
6. $a = 1302,857 \text{ cm/s}^2 = 13,029 \text{ m/s}^2$

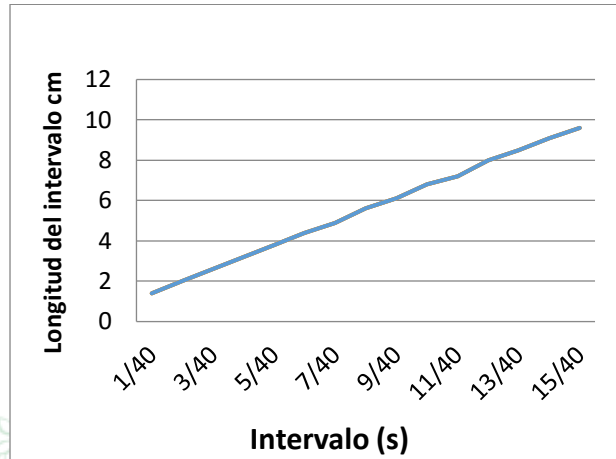
Remplazando 6 en 1

7. $2,1 = (1302,857)(0,025)^2 + b(0,025)$
8. $b = 51,428 \text{ cm} = 0,514 \text{ m/s}^2$

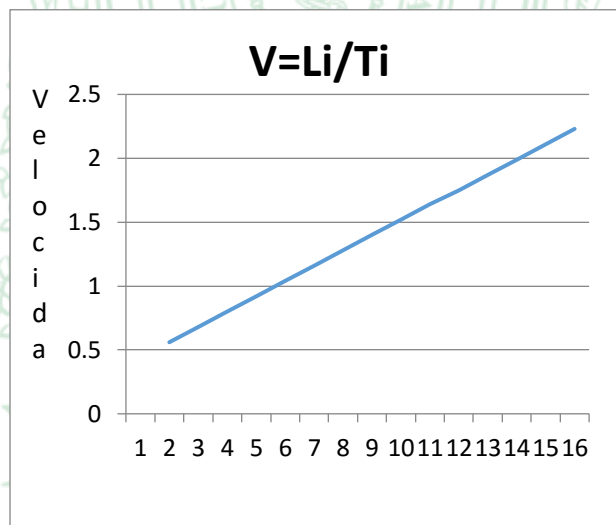
Entonces son estos los valores que componen nuestra formula de la grafica

2) Graficar los datos experimentales de la ecuación $s = f(t)$ para obtener una línea recta y hallar g de la gráfica.

Cuando graficamos $s = f(t)$ en un plano logarítmico nos debe dar una línea recta es decir hemos linealizado la ecuación, la pendiente de esta recta.



3) Analizando la gráfica obtenida $v = f(t)$ hallar la aceleración de la gravedad.
 $v = f(t)$



4) Calcular el valor de g con la ecuación (3) que está en la guía

La ecuación (3) de la guía dice que:

$$a = g = \gamma \frac{M}{R^2}$$

Donde M : masa de la tierra, R : radio de la tierra, γ : constante gravitatoria.

Para Solucionar esto, nos valemos de los datos estandarizados para la masa, radio de la tierra y constante gravitatoria encontrados en el Libro de **Serway 7^{ma} Edición**, los cuales son:

M: masa de la tierra= $5.9722 \times 10^{24} \text{kg} \approx 5.98 \times 10^{24} \text{kg}$

R: radio de la tierra= $6.38 \times 10^6 \text{m}$

r: constante gravitatoria= $6.67 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{kg}^{-2}$

Luego sustituyendo estos Valores en la Ecuación (3) tenemos que:

$$a = g = \left[6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right] \times \left[\frac{5.98 \times 10^{24} \text{kg}}{(6.38 \times 10^6 \text{m})^2} \right]$$

$$a = g = \left[6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right] \times \left[\frac{5.98 \times 10^{24} \text{kg}}{40.58 \times 10^{12} \text{m}^2} \right]$$

$$a = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

5) Comparar los valores de la aceleración hallados de las gráficas $v = f(t)$ y $s = f(t)$ Buscar el error entre valores experimentales y el valor teórico g.

Comparando los resultados para las gráficas pudimos concluir que ambas aceleraciones nos dan iguales a saber $a = 9,83 \text{ m/s}^2 = 983.6 \text{ cm/s}^2$ luego

De acuerdo con el primer laboratorio el error lo podemos encontrar aplicando la siguiente fórmula:

$$E = \frac{|A_{\text{Teorico}} - A_{\text{Experimental}}|}{A_{\text{Teorico}}} \times 100\%$$

Que corresponde al error porcentual luego tenemos que:

$$E = \frac{|9.8 \text{m/s}^2 - 9.836 \text{m/s}^2|}{9.8 \text{m/s}^2} \times 100\%$$

$$E = \frac{|-0.036 \text{m/s}^2|}{9.8 \text{m/s}^2} \times 100\%$$

$$E = \frac{0.036}{9.8 \text{m/s}^2} \times 100\%$$

$$E = 0,003\%$$

Este Resultado nos muestra la posible exactitud con que logramos medir a aceleración como magnitud física.

5. Conclusiones y discusiones

- Podemos concluir que la experiencia realizada fue plenamente satisfactoria, ya que se cumplió el objetivo, lo que nos lleva a evaluar este laboratorio, como una experiencia plenamente provechosa para nuestra futura práctica docente.
- Las instalaciones utilizadas e implementos otorgados por nuestra universidad se encontraban en buen estado, aunque hubo algunas dificultades técnicas por los suministros que se tuvieron que solicitar para la práctica.
- En condiciones ideales todo cuerpo caería con la misma velocidad a efectos de la fuerza de aceleración gravitacional. Sin embargo, en la experiencia se pudo evidenciar que la velocidad con la que cae un objeto en caída libre, puede variar por diversos factores: por la resistencia del aire, el empuje aerostático, el área de contacto y la densidad del cuerpo.
- El movimiento de caída libre se caracteriza por presentar una velocidad inicial de 0 m/s y una aceleración que es la aceleración de la gravedad. Este movimiento es perpendicular al suelo; es posible determinar varias características como la altura y su velocidad en un tiempo determinado.

7. Referencias

Aceleración, guía de laboratorio N°3, Universidad de Antioquia. Profesora: Linda Marcela Rivera.

Serway 7ma Edición

Anexo 6. Informe de laboratorio elaborado por el grupo 2 del curso de Ecología

INTRODUCCIÓN

El clima de una región particular de la Tierra, está determinado por la influencia de algunos factores constantes tales como la latitud, altitud, distancia del mar, corrientes marinas y el relieve.

Gran parte de la variabilidad climática que experimentan diferentes lugares del globo se relaciona con variaciones de las condiciones superficiales de los océanos, principalmente de las regiones tropicales. En especial, las variaciones en las interacciones mar-atmósfera que se producen en el Océano Pacífico tropical, comúnmente conocidas como el fenómeno del niño o de la niña producen variaciones climáticas de importancia en nuestra región. El cambio climático puede deberse a procesos naturales internos o forzantes externos como las modulaciones del ciclo solar o erupciones volcánicas, o también a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra.

El clima puede ser analizado a distintas escalas las cuales son: macroclima, mesoclima, microclima y bioclima, en este caso se analizará el microclima.

El macroclima es el clima a nivel regional en su ámbito se verifican distintas condiciones climáticas locales en relación a la exposición, la latitud, la morfología del territorio, etc. En otras palabras, está formado por distintos microclimas.

El microclima es el clima de un territorio biotipo, es decir, de un área en la que los factores físico-químicos son uniformes y para este nivel de análisis se toma en consideración la humedad relativa (por estar en relación con el factor hídrico y con la posible presencia de la relación con la temperatura y con la luz. (Escrito por G. Caneva).

Un conocimiento del microclima dentro de la comunidad es indispensable para un verdadero entendimiento de las relaciones entre sus miembros y el clima. (Geiger, 1965)

ANÁLISIS

Descripción de cada zona.

Zona 1: Se establecen dos puntos de muestreo a los $6^{\circ}15'57.0''N$ con $75^{\circ}34'08.1''W$ y a los $6^{\circ}15'58.475''N$ con $75^{\circ}34'7.755''O$. Con vegetación arbórea, esta zona se encuentra cerca al bloque 7 de la universidad de Antioquia, presenta agrupación de plantas heterogénea, pues hay árboles altos y pequeños, hay espacios en el follaje por los cuales penetra la luz, el suelo es compacto y con vegetación superficial, aparentemente se siente humedad en el microclima debido a al agua transpirada por la corona de los árboles y su topografía es plana, en su estructura general es más bien densa.

Zona 2: Se establecen dos puntos de muestreo a los $6^{\circ}15'53.4''N$ con $75^{\circ}34'07.2''W$ ya los $6^{\circ}15'54.866''N$ con $75^{\circ}34'8.595''O$. Presencia de árboles madereros, bastante follaje y plantas pequeñas alrededor, parte de la vegetación de la zona muerta y suelo con bastante hojarasca suelta. Suelo suelto y bastante materia orgánica, mayor penetración de la radiación solar a través de la densidad del follaje, esta zona se encuentra situada al frente del bloque 1 de la universidad de Antioquia su topografía es plana y su estructura es más o menos densa comparada con el microclima 1.

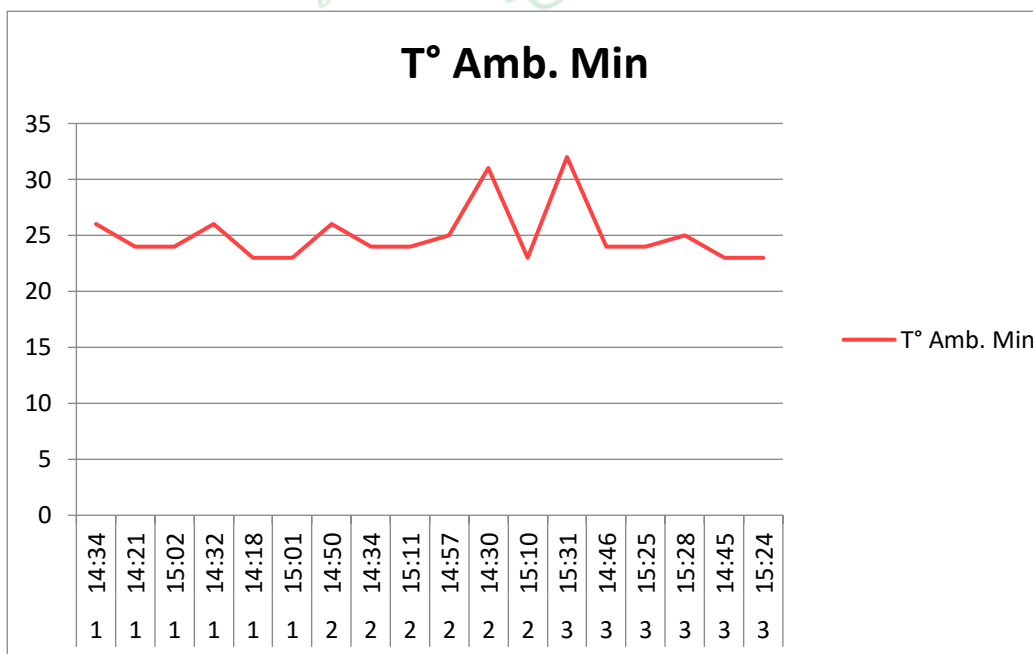
Zona 3: Se establecen dos puntos de muestreo a los $6^{\circ}15'58.2''N$ con $75^{\circ}34'04.3''W$ ya los $6^{\circ}15'58.168''N$ con $75^{\circ}34'3.492''O$. Esta zona está situada cerca al teatro al aire libre (bloque 4) de la universidad de Antioquia, es un microclima que presenta poca vegetación, no hay presencia de árboles madereros, el suelo es compacto pero con presencia de basura, más o menos seco y arenoso y sin presencia de manto vegetal, no hay casi plantas pequeñas, su cobertura vegetal es baja por lo que los rayos solares penetran con mayor intensidad, su topografía es plana y su estructura es poco densa.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Temperatura ambiental

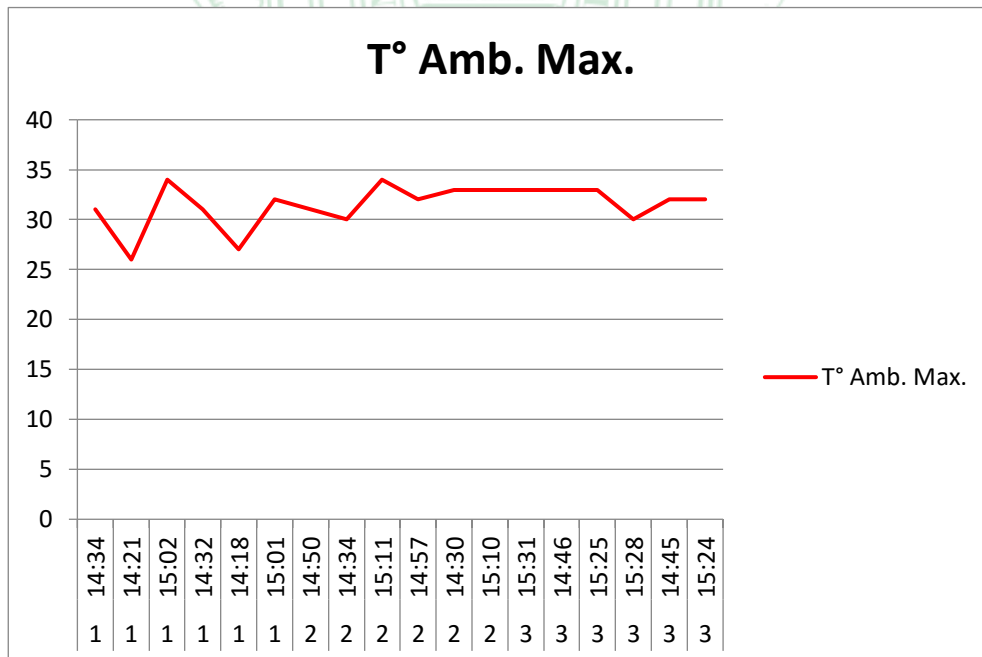
La temperatura es la medición del grado de calor de los cuerpos. La temperatura atmosférica es una de las variables del clima y se refiere al grado de calor del aire en un lugar y momentos determinados. El aire es una mezcla de gases. “La velocidad media de las moléculas define la temperatura del gas. A 20 grados centígrados, la molécula del aire alcanza una velocidad media de unos 1600 Km/h” (Gutiérrez, 1996).

La **temperatura ambiental mínima**, de las zonas mencionadas anteriormente, medida desde las 2:30 p.m. a las 3:30p.m. presenta variabilidad en los registros desde los 23 °C grados a los 32°C, con un promedio de 25°C y una desviación estándar de 2,6. Por su parte los registros de **temperatura ambiental máxima** en dichas zonas presentan una variabilidad desde los 26°C hasta los 34°C., con un promedio de 31,5°C. La temperatura media de las tres zonas arrojó un valor de 28°C. Según el Ideam en los días 10 y 17 de febrero se dio una temperatura media de 22°C en Medellín, el promedio de la temperatura ambiental máxima fue 24°C y la temperatura ambiental mínima fue de 13°C. La diferencia con las temperaturas obtenidas en este caso se debe probablemente a que estas se tomaron sólo en horas de la tarde y el ambiente es más cálido debido a la radiación recibida durante todo el día.



Las gráficas muestran una coincidencia en que los registros de temperaturas más bajas, tanto ambiental como del suelo, se dan en la **zona 1**, aspecto que podemos relacionar con una mayor densidad de varias especies de plantas y un 95% de cobertura vegetal, así como una menor exposición a la radiación solar durante el día debido a la presencia de barreras como lo son los edificios de aulas que rodean la zona. La temperatura del suelo en esta zona tiene un promedio de 21°C.

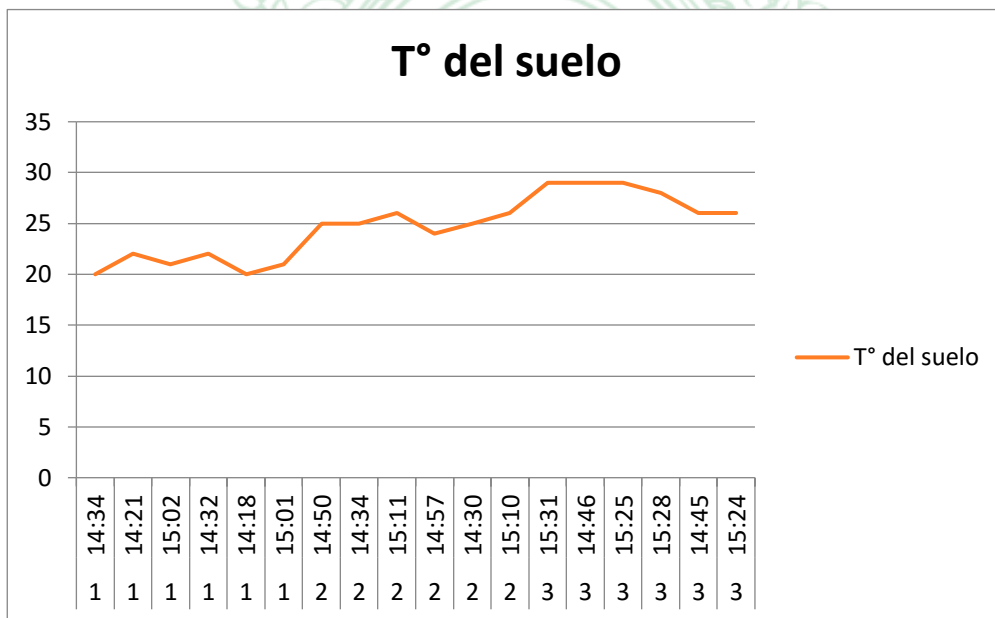
En la **zona 2** se presenta una diferencia en la temperatura ambiental mínima, con registros menores en el área con 100% de cobertura vegetal y mayores en el área con 39% de cobertura vegetal, sin embargo, al ser la zona 2 más expuesta a la radiación solar que la zona 1 presenta mayor temperatura del suelo. La temperatura del suelo en esta zona tiene un promedio de 28°C. En esta zona se toman los datos de mayor temperatura ambiental mínima y máxima, debido a la hora de toma de datos entre las 2:30 p.m y 3:10 p.m.



1 8 0 3



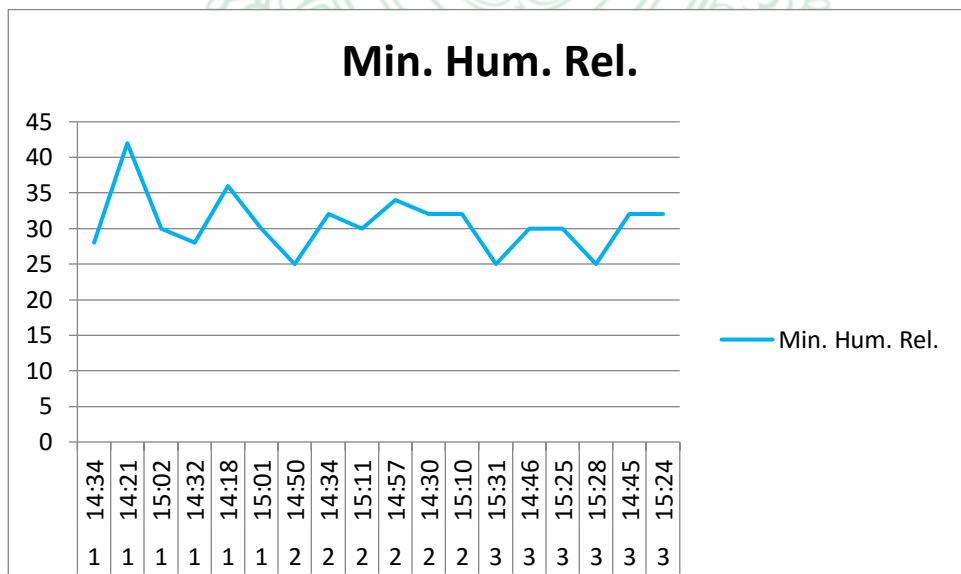
En la **zona 3** se presenta una tendencia al alza en la temperatura ambiental mínima y máxima, se perciben además diferencias en los registros de las fechas 10 de febrero y 17 de febrero, siendo más caluroso el 10 de febrero; sin embargo al ser una zona más expuesta a la radiación solar que la zona 1 presenta mayor temperatura del suelo que la zona 1, evidenciando un promedio de 25°C. En la misma zona se detectan algunas diferencias entre los datos tomados en el área más cercana al edificio la cual aporta registros de temperatura más bajos, también influye en algunos datos de temperatura que a esta hora el sol empieza a declinar y la radiación empieza a llegar con menos fuerza.



La **temperatura del suelo** muestra mayor homogeneidad cuando se analizan los datos registrados en cada una de las zonas, probablemente debido a la mayor estabilidad del suelo, en relación con la capa fluida que conforma la atmósfera, la cual está sometida con mayor facilidad a los cambios por la presencia de nubosidad y vientos. El aumento de la temperatura del suelo según el incremento de la exposición a la radiación solar nos permite evidenciar la diferencia que hace en el microclima de un lugar la presencia de plantas y barreras que protegen el suelo de la llegada directa de los rayos del sol.

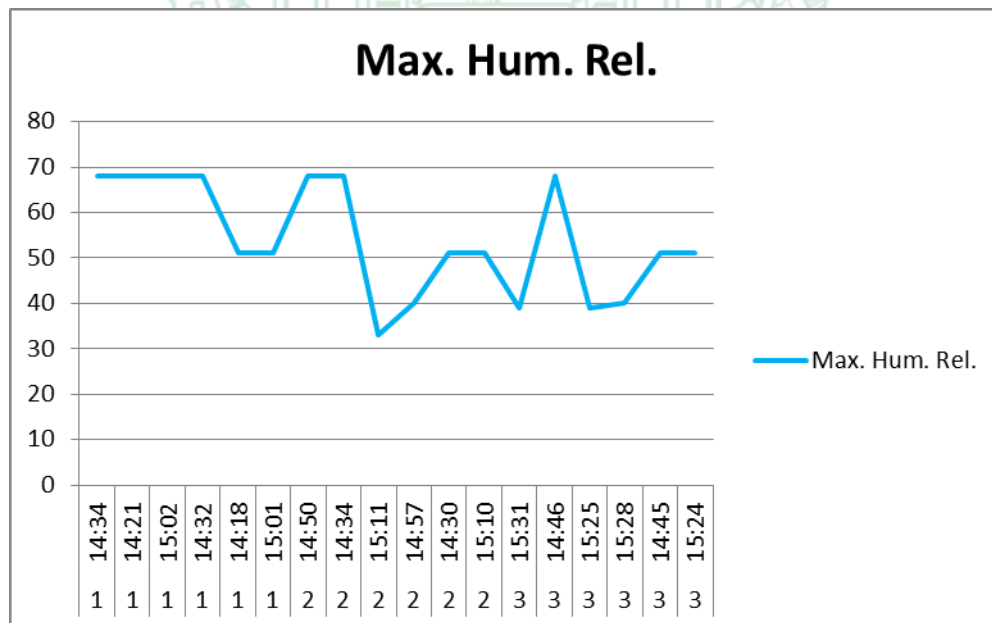
Humedad relativa

Se tomó la humedad relativa máxima y mínima en cada una de las zonas, sabiendo que la humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que debería contener para saturarse a idéntica temperatura. Se tomaron 2 datos de humedad relativa máxima y mínima por cada zona, en total 6. En la zona 1 se evidencia que hay mayor cantidad de humedad debido posiblemente a la presencia de plantas que la retienen.



Tomaron los datos de humedad relativa en cada zona y se oscilan en el tiempo entre 33 y 68%, lo cual es una variación notable, el máximo pico es en la zona 1 y la zona 3, a las 14:33 y 14:34 respectivamente y el valor mínimo es en la zona 2 a las 15:11. Estos valores evidencian que en cada zona se dio un desbalance en la humedad relativa máxima, pues varía bastante especialmente a la hora siguiente de la recolección de datos, lo que quiere decir que pudieron haber cambiado las condiciones de temperatura.

En la gráfica correspondiente a la humedad mínima relativa varían los valores entre 25 y 42%, el mayor pico se produce a las 14:21 en la zona 1. Es importante saber que la humedad relativa también depende del movimiento del aire y que la sensación de bienestar que experimentan los humanos, demás animales y plantas , depende, particularmente de la cantidad de vapor de agua que contiene el aire , la sequedad del aire hace soportable las temperaturas más extremas. Los valores arrojados por las gráficas confirman periodos con valores mínimos de humedad y valores máximos durante el tiempo en los diferentes microclimas de la universidad de Antioquia, esta variación coincide en términos generales con el clima de Medellín y debe ser similar a la de temperatura del aire pero con la diferencia de que cuando ocurre la máxima temperatura se presenta la mínima humedad relativa y cuando se da la mínima temperatura ocurre la máxima humedad relativa. En este caso no ocurre así, posiblemente por fallas en la toma de los datos o en los aparatos de medición



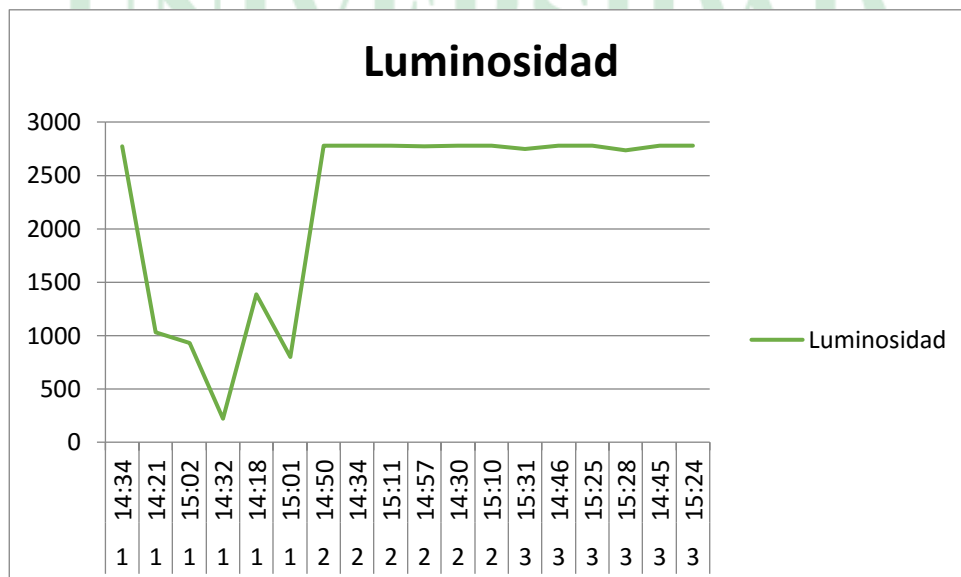
En las dos siguientes gráficas que corresponden a la segunda toma de los datos en cada una de las 3 zonas hay una variación entre 25 y 42% en la humedad mínima relativa y 68 y 33% en la humedad máxima relativa. Hay una media de 30 y 32%.

Se da una gran diferencia de los valores en los tiempos tomados con respecto a las primeras gráficas.

En general se da una tendencia a la disminución en la humedad relativa según la densidad de plantas presentes en dicho ambiente también va disminuyendo.

Luminosidad

Al lado de la temperatura y de la humedad, otro factor climatológico importante en ecología es la radiación solar a la que está expuesta una determinada zona, bien sea por la duración de la iluminación, por la intensidad, o igualmente por su calidad, es decir por la acción de diversas longitudes de onda. La duración de la iluminación está en función de la latitud: la desigualdad de los días y de las noches, debida a la inclinación de la tierra sobre la eclíptica, influye mucho en el desarrollo de los vegetales: así, algunos no pueden formar capullos más que en un periodo de días cortos (crisantemo), el microclima artificial producido en las avenidas de nuestras ciudades por la iluminación nocturna retrasa la caída de las hojas de ciertos árboles plantados en la ciudad. Estas características de longitud del día son una de las diferencias fundamentales que existen entre los climas de las altas montañas de las regiones ecuatoriales y templadas y los de las regiones polares.



La luminosidad de las zonas estudiadas varía entre los 220 lux y los 2778 lux, siendo en la zona 1 la luminosidad más baja, lo cual se debe a la abundante vegetación de la zona, que impide que los rayos del sol ingresen directamente. En la zona 2 y 3 alcanza una luminosidad de 2778 lux ya que son zonas con menos presencia vegetal y los rayos pueden ingresar con mayor facilidad.

La zona 1 cuenta con gran vegetación y posee una cobertura vegetal que varía entre 87% y 100% lo cual hace que la luminosidad sea menor que las otras zonas, sin embargo logra alcanzar 2770 lux en la luminosidad máxima registrada.

La zona 2 cuenta con menos cobertura vegetal entre 4% y 100% y esto ayuda a que la luminosidad mínima sea mayor a la zona 1, dicha luminosidad varía entre los 2773 lux y 2778 lux.

La zona 3 cuenta con poca cobertura vegetal entre 9% y 87% mucho menor que las zonas 1 y 2 y su luminosidad mínima es de 2736 lux mientras que la luminosidad máxima es de 2778 lux, en la toma de estos datos influye también la hora.

CONCLUSIONES

- En general todas las variables como temperatura, humedad, luminosidad, etc, están relacionadas y son las principales responsables de las condiciones climáticas de una zona determinada, en una región podemos encontrar ambientes donde estas variables varía dando lugar a los microclimas.
- Se destaca la coincidencia en los valores tomados por los dos grupos, también se puede apreciar que las condiciones de cada microclima no variaban mucho debido a que las zonas son muy cercanas y hacen parte de mismo tiempo atmosférico .

Facultad de Educación

- Se pudo notar por el análisis de las gráficas que la humedad relativa y la temperatura están relacionadas, pues en teoría al ocurrir la máxima temperatura se presenta una mínima humedad y viceversa en un microclima determinado. También a medida que avanzaba el día, la humedad relativa mostraba una disminución.
- Por medio de la práctica realizada se pudo evidenciar, que si bien las zonas donde se tomaron los registros son cercanas, tienen una variación en su microclima debido a la variación en la densidad de vegetación que habita en cada zona. Lo anterior da pie para pensar en que el texto que se plantea como para la realización de la práctica de laboratorio (Restrepo, 2015) es bastante asertivo al plantear que: "la presencia de árboles y arbustos en el ecosistema urbano determina una clara disminución del efecto isla de calor. La temperatura en proximidad de los arboles es más fresca que lejos de estos. Cuanto más grande sea el árbol o conjunto de ellos mayor será en enfriamiento". Esto ofrece un argumento más para pensar en la importancia que tienen las plantas en los ecosistemas. Ellas son esenciales para la vida del ser humano y de las demás especies que habitan con nosotros, dado que contribuyen en la regulación del clima.

BIBLIOGRAFÍA

Restrepo, J. (2015). Manual de laboratorio de ecología general. UdeA. Facultad de educación.

López, I. & Chagollan, F. (2006). Ecología. Umbral Editorial: México.

Gutiérrez, M. (1996). Ecología. Noriega Editores: México.

[IPCC, 2012: Gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático](#)



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

[IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC.](#)



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**Anexo 7. Autorización de observación Licenciatura En Educación Básica con Énfasis
en Ciencia Naturales y Educación Ambiental**

**AUTORIZACIÓN PARA OBSERVACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON FINES DE
INVESTIGACIÓN**

Se autoriza a la estudiante del programa de Maestría en Educación de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Katerin Johana Valencia Posada, identificada con documento número 1037605173, para que asista a las prácticas de laboratorio realizadas en las materias teórico-prácticas de la licenciatura. En calidad de observadora, para llevar a cabo la propuesta de investigación titulada Análisis de las actividades de laboratorio y su contribución a las visiones sobre ciencia que poseen los maestros en formación inicial

Cuyos objetivos de investigación son:

Analizar el desarrollo de las actividades de laboratorio y su contribución a una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico de los maestros en formación inicial.

1. Caracterizar y analizar el modo en que se orientan y desarrollan las actividades de laboratorio en la formación inicial de profesores de ciencia en el contexto de la Facultad de Educación.
2. Identificar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en formación y su desarrollo a lo largo de su proceso académico. Para comprender la contribución de las actividades de laboratorio a este conocimiento.
3. Contrastar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial y el desarrollo de las actividades de laboratorio.



Yesenia Rojas Durango
Coordinadora de la Licenciatura en Educación
Básica en Ciencias Naturales y Educación ambiental

Anexo 8. Autorización de observación Licenciatura En Matemática y Física

AUTORIZACIÓN PARA OBSERVACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON FINES DE INVESTIGACIÓN

Se autoriza a la estudiante del programa de Maestría en Educación de la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, Katerin Johana Valencia Posada, identificada con documento número 1037605173, para que asista a las prácticas de laboratorio realizadas en las materias teórico-prácticas de la licenciatura. En calidad de observadora, para llevar a cabo la propuesta de investigación titulada Análisis de las actividades de laboratorio y su contribución a las visiones sobre ciencia que poseen los maestros en formación inicial

Cuyos objetivos de investigación son:

Analizar el desarrollo de las actividades de laboratorio y su contribución a una visión contemporánea de la ciencia y del trabajo científico de los maestros en formación inicial.

4. Caracterizar y analizar el modo en que se orientan y desarrollan las actividades de laboratorio en la formación inicial de profesores de ciencia en el contexto de la Facultad de Educación.
5. Identificar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que tienen los maestros en formación y su desarrollo a lo largo de su proceso académico. Para comprender la contribución de las actividades de laboratorio a este conocimiento.
6. Contrastar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia de los maestros en formación inicial y el desarrollo de las actividades de laboratorio.



Tarcilo Torres Valois

Coordinador de la Licenciatura en Matemáticas y Física



LABORATORIO No. 3

COLORACION DE GRAM

Introducción

El bacteriólogo danés Christian Gram, descubrió en 1884 un método de coloración el cual ha dividido a las bacterias en dos grupos: El de las gram positivas y el de las gram negativas. La técnica está basada en la capacidad de las bacterias para retener el colorante cristal violeta durante la decoloración con el alcohol acetona.

Las bacterias gram negativas son decoloradas por el alcohol acetona, perdiendo el color púrpura propio del cristal violeta.

Las bacterias gram positivas no se decoloran y retienen el color violeta. Después de la decoloración, se utiliza safranina, que es un colorante de contraste de color rojo, dicho colorante da un color rojo claro a las células decoloradas.

Este método de coloración diferencial constituye una de las técnicas más importantes en el trabajo bacteriológico pues la información que da, ayuda a la identificación de la bacteria.

A. Objetivos

1. Adquirir destreza en la técnica de coloración de Gram.
2. Diferenciar con base en la aplicación de esta técnica las bacterias gram positivas de las gram negativas.
3. Conocer los diferentes campos de aplicación de esta técnica.

B. Materiales

Cultivos de estreptococos, estafilococos, bacilos gram (+) y gram (-)
Portaobjetos



Papel absorbente

Puente de coloración

Mechero

Aceite de inmersión

Reactivos requeridos para la coloración de Gram: Cristal violeta, Safranina, lugol y alcohol acetona.

Asa

Microscopio

C. Procedimiento

1. Extienda, seque y fije la muestra. (Figura 3. Pasos A-B)
2. Cubra el extendido con cristal violeta. Déjelo actuar durante un minuto
3. Lave el exceso de colorante con agua.
4. Cubra el extendido con solución yodada de gram (Lugol) durante un minuto. Este actúa como un mordiente.
5. Lave con agua.
6. Decolore con alcohol acetona durante 20 a 30 segundos aproximadamente.
7. Lave con agua.
8. Cubra el extendido con safranina. Déjela actuar durante un minuto.
9. Lave con agua, seque y observe al microscopio con el objetivo de inmersión.
10. Haga esquemas y describa lo observado. (Figura 6. Pasos A-H).

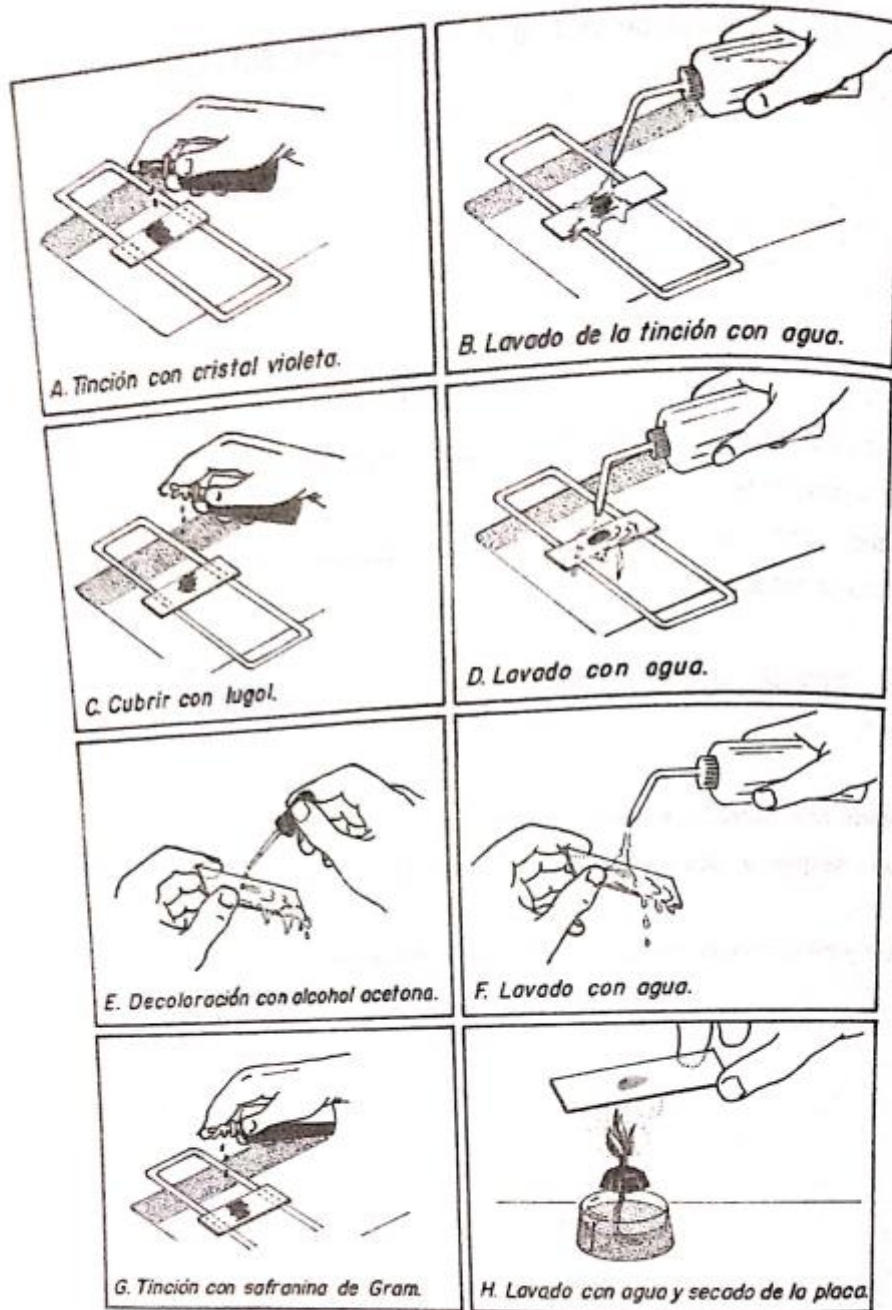




Figura 6. Procedimiento para la tinción de Gram.



Anexo 10. Inventario Habilidades para Evaluar las Actividades de Laboratorio: Diligenciado

Este instrumento se diligenció con el fin de caracterizar y enfocar la observación no participante de la práctica sobre bitácoras desarrollada en el curso de Ecología de la Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

4 estudiante

INSTRUMENTOS DE OBSERVACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

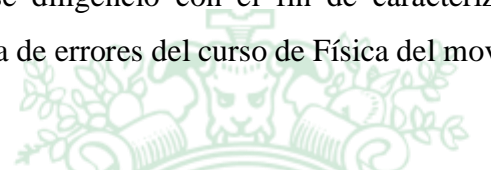
Esta investigación tiene por objetivo específico conocer el modo en que se orientan y desarrollan las actividades prácticas en los laboratorios de ciencias en la formación de profesores. Para ello se implementan y adaptan dos instrumentos, el primero de ellos una rúbrica para caracterizar los niveles de investigación que poseen las prácticas de laboratorio (Buck, Bretz, Towns, 2008) El otro de ellos es el IAI. Inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio (Tamir, García, 1992) que sirve para evaluar y caracterizar las prácticas teniendo en cuenta las actividades que se realizan en la práctica.



Para recolectar la información y poder caracterizar las prácticas de laboratorio es necesario asistir a observar el desarrollo de esta actividad experimental y teniendo en cuenta los ítems de cada instrumento diligenciarlos con facilidad a los acontecimientos que se presentan. De esta manera en la siguiente tabla se marca con una x los eventos que se presentan para luego hacer un conteo de recurrencias de cada acción y poder analizar. Una vez obtenida la información la cual es útil utilizada para fines de investigación y se maneja con reserva, se tabula y se analizan las variables.

Inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio					
Materia: <i>Ecología</i>	Práctica: <i>bitácoras</i>	Fecha: <i>16 marzo</i>	N° Recurrencias	*N 3-4 Total	
PLANIFICACIÓN El estudiante...	Afirmaciones				
	Formula preguntas	X			
	Predice resultados experimentales				
	Formula hipótesis				
	Diseña observaciones/procedimientos				
REALIZACIÓN El estudiante...	Diseña un experimento				
	Realiza observaciones	X	X	X	X
	Realiza medidas	X	X	X	
	Utiliza aparatos	X	X		
	Anota resultados	X	X	X	X
	Hace calculos numéricos	X			
	Explica procedimientos				
ANÁLISIS El estudiante...	Trabaja según su propio diseño				
	Representa datos en una tabla	13	X	X	X
	Representa los resultados gráficamente	14	X		
	Realiza dibujos basados en sus propias observaciones	15	X	X	
	Extrae interrelaciones y/o conclusiones	16	X	X	X
	Determina la exactitud de resultados experimentales				
	Define las limitaciones y los supuestos inherentes al experimento				
	Formula generalizaciones/propone modelos				
APLICACIÓN El estudiante...	Explica interrelaciones				
	Formula nuevas preguntas				
	Hace predicciones basadas en resultados experimentales		/		
	Formula hipótesis basadas en los resultados experimentales				
	Aplica técnicas experimentales a un problema nuevo				
	Aplica los resultados experimentales a un nuevo contexto				

**Anexo 11. Rúbrica para caracterizar el nivel de investigación en los laboratorios de pregrado:
diligenciada**

Este instrumento se diligenció con el fin de caracterizar y analizar el nivel de indagación de la guía teoría de errores del curso de Física del movimiento de la Licenciatura en Matemática y Física.



INSTRUMENTOS DE OBSERVACIÓN: CARACTERIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Esta investigación tiene por objetivo específico conocer el modo en que se orientan y desarrollan las actividades prácticas en los laboratorios de materias de ciencias en la formación de profesores. Para ello se implementan y adaptan dos instrumentos; el primero de ellos una rúbrica para caracterizar los niveles de investigación que poseen las prácticas de laboratorio (Buck, Bretz, Towns; 2008) El otro de ellos es el LAI, Inventario de habilidades para evaluar las actividades de laboratorio (Tamir, García; 1992) que sirve para evaluar y caracterizar las prácticas teniendo en cuenta las actividades que se realizan en la práctica.

Para recolectar la información y poder caracterizar las prácticas de laboratorio es necesario asistir a observar el desarrollo de esta actividad experimental y teniendo en cuenta los ítems de cada instrumento diligenciarlos con fidelidad a los acontecimientos que se presentan. De esta manera en la siguiente rubrica se marca con una equis (x) las características que presenta la guía y dependiendo de ello se le asigna un nivel de investigación. Una vez obtenida la información la cual es solo utilizada para fines de investigación y se maneja con reserva, se tabula y se analizan las variables.

Rúbrica para caracterizar el nivel de investigación en los laboratorios de pregrado					
Materia: <u>Física Movimiento</u>	Práctica <u>Teoría de errores</u>			Fecha <u>15 Feb 2016</u>	N° <u>4</u>
Características	Nivel 0 Confirmación	Nivel ½ Investigación estructurada	Nivel 1 Investigación guiada	Nivel 2 Investigación abierta	Nivel 3 Investigación Auténtica
Problema/pregunta					
Teoría/antecedentes			X		
Procedimiento/diseño			X		
Resultados					
Análisis de resultados					
Conclusiones					



Anexo 12. Cuestionario para identificación de concepciones sobre ciencia, modelos y modelado científico en el contexto de la Física: diligenciado

Este cuestionario fue diligenciado por un estudiante del curso de física de la luz de la Licenciatura en Matemática y Física con el fin de identificar las concepciones sobre naturaleza de la ciencia que poseía.

INSTRUCCIONES

1. El test está formado por 23 afirmaciones sobre la ciencia, es de suma importancia responder todas las preguntas. Además que sus respuestas sean fieles a su visión.
2. No hay una respuesta "correcta" o "incorrecta", lo que se busca es su opinión.
3. Para contestar se marcará con una equis (x) la opción que se considere adecuada.

1	MUY DE ACUERDO
2	DE ACUERDO
3	INDECISO
4	EN DESACUERDO
5	MUY EN DESACUERDO

Nombre Masolino Programa _____ Semestre 6
 Materia Física de la luz

Afirmación		Grado de acuerdo				
1	Para que el conocimiento científico pueda emerger de observaciones y/o experimentaciones sobre el mundo natural, el científico debe abstenerse de ideas previas.	1	2	<input checked="" type="checkbox"/>	4	5
2	Sólo se puede afirmar que el conocimiento científico es definitivo cuando hay concordancia entre los resultados experimentales y sus previsiones en variadas condiciones.	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	4	5
3	El punto de partida para la construcción del conocimiento científico siempre debe ser la observación y la experimentación.	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	4	5
4	Una importante característica del conocimiento científico es su falibilidad.	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	4	5
5	La observación científica siempre se realiza a partir de algún presupuesto teórico sobre el objeto de estudio.	<input checked="" type="checkbox"/>	2	3	4	5
6	Cuando los científicos se confunden o se equivocan es porque no aplicaron adecuadamente la metodología científica.	1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/>
7	La disputa y el conflicto de ideas entre los científicos son indeseables.	1	2	3	4	<input checked="" type="checkbox"/>



8	Las leyes científicas son generalizaciones de muchas observaciones y/o experimentos.	1	2	3	4	5
9	Los resultados de observaciones y de experimentos son incuestionables, pues revelan cómo es o cómo funciona de hecho la naturaleza.	1	2	3	4	5
10	Las teorías científicas, por más que estén bien apoyadas en la observación y en la experimentación, podrán revelarse como incorrectas en ciertos dominios.	1	2	3	4	5
11	La metodología científica sólo admite ideas que sean obtenidas a través de la observación y de la experimentación.	1	2	3	4	5
12	La objetividad y la efectividad del conocimiento científico dependen de la crítica y de la discordancia entre los científicos.	1	2	3	4	5
13	Una teoría debe estar en completo y total acuerdo con la observación y/o experimentación.	1	2	3	4	5
14	Los modelos científicos son construcciones humanas: siempre se originan en la mente de quien los (re)construye.	1	2	3	4	5
15	Un modelo científico puede pasar a representar sistemas físicos completamente diferentes de aquéllos para los que fue inicialmente concebido.	1	2	3	4	5
16	Los modelos científicos deben ser modificados siempre que no estén de acuerdo con los datos empíricos o con el cuerpo de conocimiento ya establecido.	1	2	3	4	5
17	Modelos científicos pueden ser entendidos como descripciones fieles de aspectos de la realidad.	1	2	3	4	5
18	La principal función de un modelo científico es servir como herramienta de enseñanza.	1	2	3	4	5
19	Los resultados obtenidos con un modelo científico jamás permitirán ir más allá de todo lo que previamente se sabía sobre el sistema físico de interés.	1	2	3	4	5
20	Es posible construir diversos modelos científicos para el mismo sistema físico, pero sólo uno será aceptable.	1	2	3	4	5
21	Hay modelos científicos que permiten investigar sistemas que no existen en la naturaleza.	1	2	3	4	5
22	Modelos científicos deben suministrar descripciones exactas de sistemas físicos.	1	2	3	4	5
23	Los científicos frecuentemente introducen elementos hipotéticos, ignoran propiedades y hacen uso de entidades no observables en el modelaje científico de sistemas físicos.	1	2	3	4	5



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3