

IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL COMO
COMPONENTE ESENCIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

HÉCTOR MARIO CARVAJAL RUEDA

ERIKA JANETH FRANCO CANO

Licenciatura en Matemáticas y Física

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE EXTENSIÓN Y EDUCACIÓN A DISTANCIA

MEDELLÍN

2008

IMPORTANCIA DE LA APLICACIÓN DEL TRABAJO EXPERIMENTAL COMO
COMPONENTE ESENCIAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

“Una propuesta para fortalecer la enseñanza de la física a través de la experimentación”

HÉCTOR MARIO CARVAJAL RUEDA

ERIKA JANETH FRANCO CANO

Licenciatura en Matemáticas y Física

Trabajo de Investigación e Intervención Pedagógica

Magister CONSUELO ARANGO

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE EXTENSIÓN Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
MEDELLÍN

2008

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Medellín, 15 de marzo de 2008

A mi Esteban mi mejor pequeño mundo,
sin entenderlo bien me has apoyado y animado siempre.

Erika Franco

A David, pequeño curioso, regalo del cielo; a Joana alegría con carita sucia,
a Lina – mi esposa – maravillosa compañía y aliento.

Héctor Carvajal

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas que nos han acompañado en nuestra formación profesional, a quiénes de una forma u otra han aportado para que todo este largo proceso fuese el más enriquecedor y bello, primordialmente a nuestras familias pues son la razón de ser de nuestro estudio y trabajo.

A la Magister Consuelo Arango, asesora de práctica y docente de la Universidad Pontificia Bolivariana, quien sabiamente nos ha guiado a comprender que la docencia es una hermosa responsabilidad y que cada problema tiene su solución desde el respeto y el trabajo duro.

A los asesores de práctica Luz América Fernández, Jairo Arenas y Álvaro David Zapata, los cuales entregaron lo mejor desde su propia experiencia para orientar nuestro trabajo de la mejor manera y ayudarnos a dar la mejor de nosotros hasta el final.

A la coordinadora de ciencias naturales Doris Carmona y a todos los docentes de física del Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana, por abrirnos un espacio pedagógico lleno de confianza, ayuda y compañerismo, donde además de realizar nuestra práctica docente pudimos crecer como personas y docentes.

Final y muy especialmente a Dios.

Erika Franco – Héctor Carvajal

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. MARCO CONTEXTUAL	3
1.1 COLEGIO DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA	3
1.1.1 Misión	3
1.1.2 Visión	4
2. ANTECEDENTES	5
3. EL PROBLEMA	9
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	9
3.2 OBJETO DE ESTUDIO	9
3.3 CAMPO DE ACCIÓN	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. OBJETIVOS	12

5.1. OBJETIVO GENERAL	12
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
6. MARCO TEÓRICO	13
6.1 QUE ES LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	13
6.2 IMPORTANCIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	18
6.2.1 Asimilando y anticipando a los conceptos	19
6.2.2 Contextualización de la física con otros saberes	21
6.2.3 Un aumento real de la motivación	22
6.2.4 Fundamenta la formación básica en ciencia y prepara los futuros científicos	22
6.3 EL TRABAJO EXPERIMENTAL Y SU CLASIFICACIÓN	24
6.3.1 La práctica de laboratorio	25
6.3.2 Actividad experimental	25
6.3.3 Clasificación funcional del trabajo experimental	26
7. MÉTODO Y METODOLOGÍA	31

7.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	31
7.2 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	32
7.2.1 Encuesta a los estudiantes	32
7.2.2 Encuesta para los docentes	32
7.2.3 Otros elementos para la toma de información	33
7.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	33
7.4 PROCESO DE INTERVENCIÓN	34
7.4.1 Planear el Trabajo Experimental	35
7.4.2 Aplicar el Trabajo Experimental	41
8. LOS RESULTADOS Y SUS ANÁLISIS	46
8.1 ANÁLISIS DE ENCUESTAS GRADOS DÉCIMOS Y UNDÉCIMOS	47
8.2 ANÁLISIS ESPECÍFICO DE ENCUESTA DE GRADO UNDÉCIMO	55
8.3 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA A LOS DOCENTES	61
8.4 ANÁLISIS CUALITATIVOS GENERALES	67
8.5 RECOMENDACIONES GENERALES	69

9. CONCLUSIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72
ANEXOS	

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01 – ENCUESTA DE ENTRADA Y SALIDA A ESTUDIANTES

Encuesta de Grados Decimo y Undécimo UPB.pdf

Anexo 02 – ENCUESTA A DOCENTES

Encuesta para Docentes UPB.pdf

Anexo 03 – GUÍA PARA EL DOCENTE

Formato Guía Trabajo Experimental.pdf

Anexo 04 – GUÍA PARA EL DOCENTE MUESTRA

TE 10 Guía 08 Fuerza y Aceleración.pdf

Anexo 05 – GUÍA PARA LAS ESTUDIANTES

TE 10 Guía 08 Fuerza y Aceleración (alumnas).pdf

Anexo 06 – PLANILLA DE CONTROL

Formato Planeación Periodo Trabajo Experimental.pdf

Anexo 07 – TABULACIÓN DATOS DE ENTRADA

Tabulación de Datos Encuesta Entrada.xls

Anexo 08 – TABULACIÓN DATOS DE SALIDA

Tabulación de Datos Encuesta Salida.xls

Anexo 09 – RESULTADO GENERALES Y DE DOCENTES

Comparación de Datos.xls

Anexo 10 – MANUAL DE TRABAJO EXPERIMENTAL – COMPENDIO

Manual del Trabajo Experimental.pdf

Anexo 11 – GUÍAS DE TRABAJO EXPERIMENTAL

Compendio de Guías (carpeta)

INTRODUCCIÓN

La física es una ciencia que estudia y aprovecha las leyes del universo, hablar de su enseñanza es hacer referencia a la tarea de facilitar o “ambientar”, en diferentes espacios pedagógicos y utilizando diversas herramientas y métodos, el ambiente propicio para que los estudiantes construyan los conocimientos necesarios para su comprensión y aplicación en la vida cotidiana. Para esta construcción es necesario que cada estudiante emplee también mucha experimentación, siendo la mejor forma de hacerlo a través del trabajo experimental, ganando de esta manera en lo cognitivo pero también en las destrezas científicas como el manejo del método científico y el de la investigación.

Como lo afirma Jesús Fraga Mavilio: “Divorciar las teorías físicas del experimento es no haber comprendido que la física es un ciencia teórico experimental”¹, no se puede desconocer la condición de las ciencias experimentales, las cuales han nacido rodeadas de experimentación y se han perfeccionado a través de éste método ¡es parte de su esencia! Su enseñanza, como lo afirman diversos autores (Mavilio, Carretero, Gil Pérez, Valdés), debe incluir una buena cantidad de trabajo experimental.

La escasez, y en algunos casos la ausencia, de un adecuado trabajo experimental impide que la física tenga un significado real para los estudiantes, además dificulta la formación científica y/o apropiada en los estudiantes de la educación media, limitándose en muchas situaciones a una enseñanza algorítmica que si bien es fundamental, no es la intención única de la física.

Este trabajo investigativo, el cual incluyó una etapa sólida de observación e intervención en cuatro grupos de décimo y undécimo grado del Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana, plantea una propuesta pedagógica la cual brinda un sistema de actividades

¹ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Fraga Mavilio. Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física. Pág. 64.

estructuradas y consecuentes con la teoría, todas éstas de carácter experimental, dentro de las cuales se proponen prácticas de laboratorio y actividades experimentales, todas ellas tienen como fin enriquecer el trabajo pedagógico de los docentes, sin abandonar la premisa de que ellas se planean y desarrollan fácilmente bien sea dentro o fuera del salón de clase.

Como producto final se ha construido un compendio de guías, casi una por unidad temática, las cuales están construidas bajo el enfoque descrito en la metodología. Dicho compendio se entregó en una jornada de capacitación a los docentes del área de ciencias del Colegio de la U.P.B., capacitación que tenía como objetivos compartir con docentes y coordinadores el diseño de la propuesta durante la práctica, orientar y motivar a los docentes de la importancia del trabajo experimental y hacer la entrega formal del Manual o compendio básico sobre trabajo experimental.

Después de la intervención y con el análisis de los resultados, se concluye lo significativo que puede ser la física apoyada en el trabajo experimental, es por esto que esta propuesta termina planteando la enseñanza de la teoría de la mano con la experimentación, de esta forma se benefician tanto estudiantes como docentes. Un artículo adicional, producido por el equipo de trabajo, pretende conceptualizar la experimentación como un solo bloque con la teoría a la hora de enseñar.

Al realizar el análisis de los resultados y al dar una mirada general del proceso de intervención, en este trabajo se concluye sobre la verdadera eficacia que presentó la aplicación del trabajo experimental en forma organizada y constante, cambiando la mirada de los docentes y el proceder académico dentro y fuera del salón de clases. Las estudiantes aprendieron a ver la física con un mayor interés y a darle más importancia, también mejoraron la comprensión de las temáticas, la participación en las sesiones y en general el rendimiento académico.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1 COLEGIO DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Esta investigación se desarrolló en el Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana, con sede en la ciudad de Medellín. Se centró en los grados décimo y undécimo en la jornada de la tarde – bachillerato femenino – específicamente y con intervención en décimo E, décimo H, undécimo G y undécimo H. El proceso de investigación se llevó a cabo durante el año 2007.

El Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana es un colegio de carácter privado, y con cobertura mixta; aunque en jornadas separadas, el Colegio atiende en la jornada de la mañana al personal masculino y en la jornada de la tarde al femenino. Fundado en 1937, un año después de la fundación de la Universidad, atiende hoy a más de 7000 estudiantes en todos los niveles del ciclo completo de educación formal, desde preescolar hasta la educación media.²

El proyecto educativo institucional tiene como bases fundamentales la calidad humana, el compromiso cristiano y la excelencia académica. Su misión y visión responden a una filosofía clara y profesa del catolicismo cristiano y bolivariano.

1.1.1 MISIÓN.

La misión, entendida como el derrotero diario por el cual el colegio se mueve en todas sus actividades y propósitos, dice: “El colegio pertenece a la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, es una institución de la Iglesia Católica de carácter privado que ofrece servicios educativos en preescolar, básica primaria, básica secundaria y media. Promueve la

² COLEGIO U.P.B.. Generalidades - <http://www.U.P.B..edu.co/portal/> . Consultado 20 de abril de 2007, 10:00 PM.

formación integral de todas las personas que la constituyen, mediante la evangelización de la cultura, la búsqueda de la verdad en los procesos de la docencia, investigación y proyección social y la reafirmación de los valores desde el Humanismo Cristiano para el bien de la sociedad”³ y con ello denota claramente entre sus líneas la búsqueda de la verdad en la investigación.

1.1.2 VISIÓN

La visión, siendo la meta u objetivo más alto y medible en cualquier institución, deja muy claro el deseo de formar personas que trabajen por un desarrollo científico y tecnológico, “En el 2010, el Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana será líder en la formación católica, pastoral humanista y del conocimiento, orientando el desarrollo científico, tecnológico, cultural y la proyección social, con base en los ideales de Dios y la patria y favoreciendo el potencial humano de la comunidad educativa y la transformación de la sociedad.”⁴

El enfoque de la Institución hacia el trabajo de las ciencias, y de la física allí inmerso, se ve reflejado en el objetivo institucional que dice: “Desarrollar la capacidad crítica, reflexiva y analítica fortaleciendo el avance científico y tecnológico, orientado al mejoramiento de la calidad de vida y el afianzamiento de la cultura.” Además el componente pedagógico menciona los *Grupos de investigación* como parte fundamental del funcionamiento de la Institución para el mejoramiento de la calidad en la educación.⁵

El Colegio tiene muy claro en su filosofía tanto el trabajo en las ciencias, así como la importancia de permitir involucrar los estudiantes en grupos de investigación, en procesos de formación científica y también en la formación de seres humanos que construyan y aporten soluciones para la sociedad.

³ COLEGIO U.P.B.. Generalidades - <http://www.U.P.B..edu.co/portal/> . Consultado 20 de abril de 2007, 10:00 PM.

⁴ Ibid – Generalidades.

⁵ PEI del Colegio. Universidad Pontificia Bolivariana Colegio. Referente conceptual, objetivos del PEI, otros.

2. ANTECEDENTES

La física es un área fundamental la cual le posibilita al estudiante la comprensión del mundo y sus fenómenos, considerando además que para que ella pueda cumplir este objetivo debe ser orientada en forma adecuada y bajo los parámetros didácticos que rigen su enseñanza. Lo anterior implica enseñarla adecuadamente, como una ciencia experimental que de suyo es; la implementación del trabajo experimental se torna una exigencia pues el experimento es en esencia una de las formas más directas para entenderla y asimilarla, así como para familiarizarse con ella en la misma práctica y cotidianidad.

En la actualidad en gran parte de las instituciones, en relación con el proceso de enseñanza aprendizaje de la física, existe una marcada escasez o incluso ausencia del trabajo experimental; temática en la cual se enfoca nuestro trabajo de investigación. Teniendo múltiples causas del porqué es escaso o no se realiza trabajo experimental, como lo describe en Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física, Fraga Mavilio: *“A pesar de ser tan importante el trabajo experimental en la formación de científicos y técnicos, en la mayor parte de las escuelas las actividades vinculadas con la enseñanza aprendizaje del Método Experimental encuentran serias dificultades en su realización.”*⁶

Los expertos consideran que en realidad existen diversas causas para que el trabajo experimental no se lleve a cabo con la frecuencia y calidad que debiera, incluso muy a pesar de que las instituciones tratan de dejar plasmado en sus planeaciones, planes institucionales y demás, el deseo de construir un marco académico que genere una cultura científica y promueva abiertamente la formación de los futuros científicos. Pero estos deseos se quedan con demasiada regularidad en el papel y no se llevan a la acción.

⁶ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Fraga Mavilio. Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física. Pág. 66.

Cuando existe algún tipo de trabajo experimental, la más de las veces se presenta un fenómeno no menos preocupante y dañino para la educación y es que en algunas instituciones, entre ellas muchas universitarias, realizan el trabajo experimental pero en forma tan desarticulada de la “teoría” que parecen líneas de trabajo totalmente independientes, lo afirma Daniel Gil Pérez “La distinción entre "teoría", "prácticas de laboratorio" y "problemas" es aceptada como algo natural en la enseñanza de las ciencias, hasta el punto de que, en los cursos universitarios, dichas actividades son impartidas, muy a menudo, por distintos profesores. Más aún: la propia investigación e innovación en didáctica de las ciencias ha estudiado dichas actividades como líneas de trabajo prácticamente autónomas...”⁷

Al observar la importancia del trabajo experimental y al contrastar dicha importancia con la marcada escasez que presenta a la hora de realizarse en las instituciones educativas o su enfoque desarticulado, hechos que además de presentarse en instituciones públicas, esto es del gobierno, también se presentan en instituciones privadas, las cuales en teoría tienen mejores posibilidades de aplicar un adecuado trabajo experimental, por lo menos desde los recursos que posee, por la estructura organizacional, por economía y aún por el planteamiento mismo del PEI. Precisamente allí es donde se hace más evidente el problema no tener el suficiente trabajo experimental hilado al conjunto general de temas del área de física.

Después de varios meses de observación y de realizar un trabajo de intervención dentro del aula, se pueden describir algunos aspectos recurrentes en cuanto a la cantidad y calidad del trabajo experimental que se viene realizando en el Colegio U.P.B, algunos de los hallazgos son:

⁷ GIL PÉREZ, Daniel y otros. Enseñanza de las ciencias, ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. 1999.

- En las planeaciones de área se observa la programación de un laboratorio por período, aunque debe considerarse que en diversas ocasiones estos laboratorios no se pueden desarrollar en el tiempo planeado, llevándose a cabo en otras fechas, más tarde de lo esperado o simplemente no se desarrollan. También se hace mención el trabajo o demostración experimental dentro de las clases normales, pero esto se cumple muy poco y en el caso de los docentes de grado décimo y undécimo simplemente no se cumple en ninguna instancia, limitando la mayoría de las clases a trabajar en formas muy expositivas y dedicadas al manejo de fórmulas.
- Con respecto a los laboratorios que se desarrollaban, en la mayoría de los casos, aunque existen las guías respectivas, éstas son de carácter teórico y comprobatorio (recetarios)⁸. Dichas prácticas siempre poseían una guía, la cual se limita a consignar los datos tomados, unos cuantos requieren el análisis de datos, enfocado en comprobar que las cosas funcionen como se espera; en ningún caso se hacen preguntas abiertas, se dan posibilidades de hacer montajes diferentes, proponer otras soluciones o reconstruir propositivamente teorías. Además para algunos laboratorios se ha detectado la dificultad que tienen las estudiantes para comprender el escrito o la guía, pues poseen una redacción poco clara o entendible para su nivel.
- En cuanto a las actividades experimentales existía un panorama aún más sombrío, pues no existen ni guías para las estudiantes, ni escritos o derroteros para la planeación de los mismos por parte de los docentes. Las actividades experimentales se realizan, en forma independiente a gusto del docente, es decir no está institucionalizada la actividad experimental.
- Existe un caso excepcional, el cual pudiera decirse que confirma la regla, con uno de los docentes cuyo trabajo experimental es constante y muy bien

⁸ CRUZ SÁNCHEZ, Armando. Temas escogidos de la didáctica de la Física. Página 65.

presentado, se puede decir que tenía intervención casi en cada clase, de manera llamativa y de acuerdo a la temática que esté enseñando. Además solicitaba en algunos casos, a manera de exposición, a las estudiantes que propongan actividades experimentales de los temas que se están viendo. No obstante existen algunas fallas en la forma como aplica su trabajo, algunas que se deben mencionar son las siguientes: el trabajo que revisa a las chicas cuando exponen no es aprovechado para introducir y / o profundizar en los temas, además a la hora de determinar qué tipo de trabajo experimental está realizando, puede decirse que son actividades netamente demostrativas⁹ - aquellas donde se puede observar o apreciar un fenómeno o proceso – y no permite que las estudiantes intervengan en dichas actividades experimentales. Y, por último, de dicho trabajo experimental a través de las actividades experimentales no hay registros, ni planeaciones o algún medio de sistematización con los cuales se puedan guiar los demás docentes del área.

Es de anotarse que estas características de ausencia o escasez del trabajo experimental son comunes en las instituciones educativas, aún en diversos países, muestra de ello son los constantes estudios de cubanos, españoles y centroamericanos (GIL PÉREZ, MAVILIO, CARRETERO, otros) que sobre el tema presentan. A pesar de ser recurrente se encuentra arraigado en Instituciones como el Colegio de la U.P.B.

⁹ BARRÓN, José Eliseo. El Laboratorio Como Actividad Fundamental En La Enseñanza De La Física. Pág. 140. http://redexperimental.gob.mx/temas.php?id_eje=13. Febrero, marzo 2007

3. FORMULACIÓN EL PROBLEMA

El trabajo experimental entendido como parte fundamental del proceso de enseñanza de la física, asociado a la teoría y/o los problemas, traducido en prácticas de laboratorio y actividades experimentales en diversas forma de aplicación; se encuentra realmente escaso y desarticulado del proceso académico que llevan docentes y estudiantes en el Colegio. De allí que planteamos el siguiente problema para contribuir a su solución mediante un proceso de intervención pedagógica y a través del trabajo de investigación.

3.1 EL PROBLEMA

En el proceso de enseñanza de la física en los grados décimo y undécimo del Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana hay una marcada escasez de trabajo experimental lo que conlleva a una enseñanza centrada en la teoría.

3.2 OBJETO DE ESTUDIO

Trabajo experimental en física para los grados décimo y undécimo.

3.3 CAMPO DE ACCIÓN

Enseñanza de la física a través del trabajo experimental en la educación media.

4. JUSTIFICACIÓN

“Divorciar las teorías físicas del experimento es no haber comprendido que la física es una ciencia teórico – experimental”¹⁰

Fraga Mavilio

Enseñar desde la experimentación, buscando construir una enseñanza más adecuada y sencilla, es todo un reto, pero a la vez una de las tareas más enriquecedoras y constructivas que un docente puede desarrollar junto con sus estudiantes. La física es una ciencia experimental, por ello su enseñanza debe apoyarse mucho en la experimentación, es inconfundible el rostro de un estudiante o de una estudiante cuando ha comprendido un concepto, cuando se ha apropiado de él, a través de una de las actividades experimentales que se les presenta dentro del salón de clase o fuera de él. Al momento de experimentar, los estudiantes se acercan con mayor facilidad y más pronto a la verdadera concepción de la ciencia y su formulación.

La historia misma de las ciencias cuenta que para su construcción y evolución, fue necesario que sus protagonistas hicieran uso de supuestos, se plantearan hipótesis, realizarán gran cantidad de experimentos y usaran las herramientas que tenían en ese entonces, para sacar conclusiones y construir teorías. Lo que en definitiva lleva a entender que la producción de la ciencia es una actividad tanto teórica como experimental.

Ubicando al maestro como el mediador por excelencia entre el conocimiento científico y el conocimiento cotidiano de los estudiantes y sabiendo que él debe ejercer su tarea desde el discurso, las clases y la facilitación de experiencias para el aprendizaje, se encuentra que en

¹⁰ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Fraga Mavilio. Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física. Pág. 65.

la mayoría de los casos éste se dedica a dar repeticiones de libros y fórmulas matemáticas y el alumno a escuchar y copiar todo lo que se dicta. La posibilidad de aprender y de conocer el mundo de la ciencia y comprender la física para aplicarla a la vida diaria, se deteriora, se pierde con gran facilidad ante la escasez de Trabajo Experimental.

El estudio de una ciencia experimental debe darse con un abundante componente de experimentación, no por rellenar ni por cumplir y realmente lo que se encuentra en la mayoría es un desconocimiento o una subvaloración del trabajo experimental, tal vez por falta de tiempo o por falta de planeación y aplicación correctas de este tipo de trabajo. De allí que retomar la investigación sobre la experimentación y con ello diseñar e implementar actividades que apunten a fortalecer el trabajo experimental se hace trascendental, no sólo para el aprendizaje y la comprensión del área de física, sino también para la integración con otras áreas y la preparación de una verdadera cultura científica.

Si se imparte una enseñanza permeada de trabajo experimental, la física se convierte en un área más entendible, evidenciable y aplicable, por ello deja de ser tan “difícil” y “tediosa” como opinan muchos. Usar más y mejores prácticas de laboratorio, junto a diversas actividades experimentales, aporta significativamente a lo demostrativo, lo inductivo, lo deductivo y lo aplicativo en la enseñanza; de lo cual carecen hoy por hoy muchas de las clases normales.

El trabajo experimental es atractivo para la mayoría de los docentes y de los estudiantes del área de física, es sabido que la práctica de éste trae grandes beneficios, la idea es aplicar más y mejor este tipo de trabajo en el Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana donde también se adolece mucho de él.

Es importante plantear este trabajo de investigación porque de la teoría y de los antecedentes existentes, se puede anticipar además de una posible solución al problema de escasez de trabajo experimental, también es posible demostrar que con una propuesta adecuada los cambios generados trascienden a diferentes esferas sociales y científicas.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una estrategia de trabajo experimental, que integrada a la teoría, contribuya a incrementar la experimentación en los procesos de enseñanza de la física en los grados décimo y undécimo del Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.2.1 Diseñar actividades de trabajo experimental que contribuyan a fortalecer el proceso de enseñanza de la física.

5.2.2 Implementar actividades que propicien en la institución la formación de una cultura de formación científica.

5.2.3 Estructurar el trabajo experimental de tal manera que sea una forma de abordar o retroalimentar la comprensión de algunos de los temas del Área.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Antes de entrar en consideraciones acerca de la enseñanza de la física, es importante plantearse la pregunta: ¿Qué es ciencia?. Este trabajo de investigación adopta las apreciaciones que realiza el profesor Richard P. Feynman en cuanto a la ciencia, quien presenta la ciencia como la acumulación de conocimientos de nuestra raza, los cuales pasan de una generación a otra de forma que los unos aprendan de los otros, sin descartar el hecho de que aún esos conocimientos deben ser redescubiertos y analizados crítica y constantemente por quienes los aprenden, él lo dice así: *“La ciencia es el convencimiento de la ignorancia de los expertos”*¹¹

Por lo anterior y entendiendo que la ciencia es una estructura organizada de conocimientos dinámicos, enseñables y útiles para solucionar problemas, es preponderante considerar los modos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general y más específicamente de la física. La física es una de las ciencias experimentales, importantes y muy útil a la hora de comprender y construir el mundo, ésta posee unos pilares teóricos gruesos y valiosos, y de la correcta apropiación de estos, se puede llegar a la construcción de conceptos científicos. Es menester de la didáctica de la enseñanza lograr transmitir la mayor parte de esos conocimientos de forma clara, sencilla y aplicable.

El trabajo experimental tiene su base en el método científico, en él se desarrollan habilidades como la observación, la descripción, la búsqueda teórico práctica de soluciones a los diversos problemas. Habilidades y procesos que pueden considerarse como punto de partida en la didáctica de dicha enseñanza, bien dice el Señor Feynman que a un niño no se le debe explicar – aunque pareciera un acto muy científico – que los juguetes se mueven

¹¹ ¿QUÉ ES CIENCIA? Richard P. Feynman. Charla convención de profesores de ciencias, 1966. pág. 10.

por la “energía interna” y entonces se produce un trabajo por... – palabras no entendibles y, como tal, muertas para un niño “pequeño” – dice él: “A un niño debe respondersele como niño que es: ¡Ábrelo y mira dentro!”¹². Según lo anterior enseñar física es permitir que en cada clase los estudiantes puedan abrir y mirar dentro de cada fenómeno, de cada aspecto a entender, para comprender el qué y el cómo ocurren los fenómenos.

Se puede hablar de la enseñanza de la física como aquella tarea de facilitar o “ambientar”, diferentes espacios pedagógicos utilizando el trabajo experimental; se trata de diseñar un proceso mediante el cual los estudiantes construyen conocimientos, a partir de cuestionamientos y desde sus propias experiencias (la experimentación) y en el cual no sólo se gana cognitivamente, sino que también es posible que asimilen las destrezas experimentales del método científico y de la investigación.

La formación en ciencias, y en física para el caso de este trabajo, es de vital importancia. Por ello su enseñanza no debe abocarse a una enseñanza tradicional y regida por las circunstancias didácticas de otras áreas del conocimiento que simplemente no requieren, por su propia constitución y conformación, un trabajo de acercamiento al experimento, a la observación, un trabajo que redunde en la formación de un pensamiento y un proceder científico. El señor Gerald Wendt, quien escribió el prólogo del libro 700 experimentos científicos para todos, de la UNESCO, dice: “La ciencia es tal vez única como asignatura en el currículo de las escuelas en todo el mundo. Esta unicidad o particularidad resulta de la variedad de materiales y experimentos necesarios para su enseñanza efectiva. La mayoría de asignaturas pueden ser enseñadas si se tienen herramientas comunes disponibles, tales como lápiz, papel, tablero, textos y unas cuantas ayudas adicionales. Ellas son también esenciales para la enseñanza de la ciencia pero, si son las únicas herramientas, la ciencia llega a ser una asignatura aburrida y nada interesante”¹³ es notorio entonces la importancia de usar diferentes estrategias didácticas a la hora de enseñar las ciencias.

¹² ¿QUÉ ES CIENCIA? Richard P. Feynman. Charla convención de profesores de ciencias, 1966. pág. 7

¹³ 700 EXPERIMENTOS DE CIENCIA PARA TODOS. Wendt, Gerald. UNESCO. 1962. Pág. 7.

La enseñanza de esta área es un campo que está siendo investigado muchísimo, la unificación de conceptos y de fundamentos teóricos con el acercamiento a la ciencia misma, desde lo experimental, desde el trabajo de campo, es una de las exigencias no sólo a docentes sino a la comunidad en general, para quiénes es necesario también adquirir una formación en ciencia, así ésta sea muy básica.

Pareciera que la educación que se imparte en los planteles educativos del medio, obedece más a una educación por encargo, en busca de unos ideales y metas socialmente predefinidas, una educación con miras a satisfacer una creciente demanda de individuos más técnicos, con una preocupación mayor por la eficiencia en el hacer, que por la riqueza del ser, pensar y producir conocimiento. Esto ha tenido una notable incidencia en la enseñanza de las ciencias y el enfoque con el que se desea que los estudiantes perciban los contenidos que se les imparten.

Este tipo de educación enmarca la enseñanza de las ciencias bajo diversas tendencias, algunas meramente teóricas, otras basadas en intuiciones muy generalizadas, y algunas en las cuales el pensamiento espontáneo y ligero de los *maestros* empobrece el trabajo crítico-reflexivo de los estudiantes. Pero este tipo de educación tiende a cambiar, o por lo menos se empieza a plantear diferente desde la ley y desde las nuevas tendencias: “Estos planteamientos a-teóricos están dejando paso a un esfuerzo de fundamentación y evaluación que une estrechamente la innovación a la investigación didáctica”¹⁴

Es importante resaltar que, como dice Gil Pérez: “...entre las tendencias innovadoras más extendidas en las últimas décadas en el proceso de enseñanza de la Física que estos autores valoran se encuentran:

- *Las prácticas de laboratorio como base del “aprendizaje por descubrimiento”.*
- *La transmisión-recepción de conocimientos como garantía de un aprendizaje significativo.*

¹⁴ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Gil Pérez y Valdés Castro, D. Tendencias actuales en la enseñanza – aprendizaje de la física. Pág. 13.

- *La utilización de las computadoras en la enseñanza.*
- *Las propuestas constructivistas como eje de transformación de la enseñanza de las ciencias”.*

Cabe anotar que el planteamiento de este autor, termina redundando en que enseñar física – y en general las ciencias naturales – tiene la obligatoriedad de la utilización de actividades experimentales y el uso de diversas herramientas para fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje. Se debe buscar una nueva conciencia en todos los actores de dicho proceso sobre la importancia de ir más allá de lo teórico, sin necesidad de opacarlo, sino más bien dándole la fuerza necesaria a través de la experimentación.

Y aunque es indudable la importancia del trabajo experimental de la mano del sustento teórico, se encuentra que el hecho de que se trabajen ambas cosas a la vez no es común, más bien es la excepción que confirma la regla. Bien dice Fraga Mavilio: “A pesar de ser tan importante el trabajo experimental en la formación de científicos y técnicos, en la mayor parte de las escuelas las actividades vinculadas con la enseñanza aprendizaje del Método Experimental encuentran serias dificultades en su realización.”

La escasez de trabajo experimental adecuado es una situación común en casi todas las escuelas, colegios e incluso universidades, falta de tiempo, falta de recursos y de espacios, entre otros, hacen parte de las explicaciones más recurrentes que plantean los mismos docentes. Autores como Mario Carretero, Gil Pérez y otros, no hacen distinción del trabajo experimental y lo colocan a la par con la teoría o los problemas – ejercicios en la enseñanza de la física.

¿Para qué se enseña entonces física? Se puede dar respuesta a esta pregunta de varias formas, una de ellas se basa en los fines de la educación, pues es allí donde se plantean los grandes “para qué” o los “qué se busca” con la educación colombiana. Entre los fines de la educación en Colombia se pueden hallar: “La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados,... mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber.” Y también “El acceso al conocimiento, la ciencia, la técnica y demás bienes y valores de la cultura, el fomento de la

investigación y el estímulo a la creación...” como también “El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país” entre otros.¹⁵

El propósito del estado colombiano es que la enseñanza de las ciencias se enfoque, desde temprana edad, en formar cultura científica y que ello se haga con miras a la solución de problemas reales, no sólo problemas de texto o problemas escolares, pensando en formar científicos y personas con un buen manejo de las ciencias.

El asunto es que el hecho de formar adecuadamente para la ciencia y para la investigación no se da con la calidad ni con la regularidad que se requiere, pues en muchos de estos casos los estudiantes son “llevados” a iniciar su aprendizaje de física a través sólo de la exposición de teorías y en los dos últimos grados de la educación media. Enseñando la física sólo desde la fórmula y para la fórmula, en el ámbito de los problemas de papel, los formulados, hecho que dificulta la aprehensión de muchos fenómenos que no se reducen meramente a lo simbólico-matemático, sino que por el contrario son de corte más práctico, más cotidiano, más común y vivencial. Así lo afirman Daniel Gil Pérez y otros cuando se refieren a la “teoría”, “los problemas” y “la experimentación”: “Los resultados de nuestras investigaciones y, en general, todo el desarrollo de la didáctica de las ciencias, nos ha llevado al convencimiento – que intentaremos fundamentar y que sometemos aquí a debate – de que dicha separación no está justificada y puede constituir un serio obstáculo para una efectiva renovación de la enseñanza de las ciencias.”¹⁶

¿Qué no es enseñar física? enseñar física entonces no es dar las fórmulas y probar qué tanto saben o no aplicarlas, qué tanto saben de memoria o no, enseñar física no es repetir y

¹⁵ LEY GENERAL DE EDUCACIÓN, Ley 115 de 1994. Febrero 8. Artículo 5° - Los fines de la Educación en Colombia.

¹⁶ GIL PÉREZ, Daniel y otros. Enseñanza de las ciencias, ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. 1999.

repetir sin comprobar, sin preguntarse, sin cuestionar al otro y a sí mismo, no es limitarse al conocimiento de la sola teoría, no puede reducirse al formal reproductivo o memorístico.

Se concluye que enseñar física es enseñar ciencia con propósito práctico y aplicativo, a través de la experimentación, en forma crítica y reflexiva, no sólo soluciones, sino también construcciones para producir más y mejor conocimiento; basados en una estructura teórica y experimental que forme en diversos aspectos al estudiante y le de herramientas para aprender y hacer se su aprendizaje una vivencia diaria.

6.2 IMPORTANCIA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

“Las teorías físicas son aceptables
si solamente son comprobables
experimentalmente”¹⁷

Fraga Mavilio

Retomando el hecho que el trabajo experimental puede darse dentro o fuera del salón de clase, dentro o fuera del laboratorio y que siempre es un acercamiento del estudiante a situaciones concretas, a través de la observación, del análisis y de la reflexión, partiendo de sus propios conocimientos; se debe mencionar que este trabajo experimental tiene por lo menos cuatro aspectos dentro del proceso de formación, que le hacen indispensable en la enseñanza de la física.

La importancia de la enseñanza de la física a través del trabajo experimental se evidencia en: Primero, el trabajo dentro y fuera de las clases permite que el estudiante asimile y / o se anticipe mejor a los conceptos y contenidos del área – la física es experimental y su

¹⁷ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Fraga Mavilio. Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física. Pág. 65.

enseñanza debe contener mucho de esa faceta. Segundo, con el trabajo experimental se logra vincular la física con otras ciencias, la técnica, la producción material y la vida cotidiana. Tercero, este tipo de actividades proporcionan un aumento real de la motivación, por ende un aumento de la atención dentro de la clase y para la clase y por último, en cuarto lugar, el trabajo experimental, si no es el único, es uno de los más importantes caminos para obtener ciudadanos con una formación básica en ciencia, así como un camino para la formación de los futuros científicos en la sociedad.

6.2.1 Asimilando y anticipándose a los conceptos y contenidos del área

Uno de los verdaderos logros que se encuentran al emplear con frecuencia el trabajo experimental es que los estudiantes terminan asimilando en forma más clara y concreta muchos de los aspectos que se han trabajado en la teoría previa (trabajo experimental luego de la teoría) o también se anticipan con más facilidad a lo que se va a enseñar (cuando se usa el trabajo experimental antes de la teoría).

Se puede afirmar con certeza que la física es una ciencia teórico – experimental, como lo expresa Fraga Mavilio: “Divorciar las teorías físicas del experimento es no haber comprendido que la física es una ciencia teórico – experimental”¹⁸ de allí la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de la física. Si la física se hace en muy buena parte experimentalmente, si así la entienden quienes la construyen, entonces la conclusión más lógica es que a través de la experimentación es una de las formas en que se puede enseñar y aprender con más facilidad la física.

Es tan importante el trabajo experimental en la adquisición de conceptos y en la anticipación de aquellos que aún no se han visto (cuando se aplica el trabajo experimental antes de enseñar una ley o mostrar un fenómeno físico) que constantemente se hace

¹⁸ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Fraga Mavilio. Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física. Pág. 65.

referencia a él como un proceso mediante el cual los estudiantes aprendan a aplicar métodos de investigación y de creación de las ciencias (Fraga Mavilio – 1992)

Al profundizar un poco en los aportes que hace el Doctor Mario Carretero sobre el cambio conceptual se puede encontrar que al estudiante hay que llevarlo a que él mismo descubra y entienda que muchas de sus ideas previas o concepciones no son correctas y que no son lo suficientemente fuertes como para explicar todo lo que lo rodea, y más aún, que son insuficientes para producir nuevos conocimientos y explicar otras cosas.

En ese proceso de cambio conceptual, como lo plantea Carretero, es necesario lograr que cada estudiante se sienta insatisfecho en relación con lo que sabe, pero no basta con decirles que está mal lo que conocen o saben, esa es una de las vías más incorrectas, hay que proporcionar los momentos y espacios para que cada estudiante compruebe sus propias deficiencias, en ello él es categórico: “hay que demostrárselo o proporcionarle experiencias para que lo compruebe el mismo”¹⁹ es acá donde el trabajo experimental se ubica en un lugar de privilegio, en un estado de suma importancia en medio de la enseñanza de la física, pues a través de él es totalmente factible demostrarle cosas al estudiante o brindarle los mecanismos y las herramientas para que él lo compruebe o descubra con facilidad y sencillez.

Además, es en el trabajo experimental donde se pueden y se deben enseñar los contenidos científicos y también los métodos, aspecto fundamental contemplado en la forma en que enseña el docente, según Carretero:

“En primer lugar hemos visto que tanto la tarea de comprobar hipótesis como la de presentar contradicciones producen más o menos los mismos cambios en los sujetos de todas las edades. Por tanto, parece importante que los contenidos científicos sean enseñados de manera conjunta con sus métodos. Una vez más conviene decir

¹⁹ CONSTRUIR Y ENSEÑAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. Carretero, Mario. Aique Grupo Editor S.A.. Buenos Aires Argentina. Primera Edición. Pág. 68.

que conceptos y procedimientos resultan bastante indisolubles y que a menudo las distinciones demasiado rígidas al respecto pueden servirle al profesor para ordenar su actividad docente, pero no son realistas con respecto a la enseñanza."²⁰

Es entonces muy importante contemplar el trabajo experimental como elemento fundamental para mejorar el proceso de desarrollo conceptual en los estudiantes, sin dejar de contemplar los métodos y las destrezas como parte de los contenidos que deben enseñarse, practicarse y evaluarse dentro y fuera del salón de clase.

6.2.2 Contextualización de la física con otros saberes fundamentales

Decir que la física debe contextualizarse es una afirmación totalmente aceptada, así como es necesario contextualizar cada área del saber para lograr no sólo un mejor aprendizaje, sino para obtener de su enseñanza resultados medibles y hechos que logren transformar personas y sociedades.

Pero al hablar de la física como una ciencia teórico – experimental, se hace más que urgente, imprescindible contextualizarla para dos cosas: la primera para mejorar el proceso de enseñanza y así obtener resultados reales en los estudiantes, que la aprendan, que la disfruten, que la usen, y segundo, para que ella tome forma dentro del contexto de la producción y de la aplicación de la vida diaria.

Al realizar trabajo experimental en la enseñanza de la física ésta se contextualiza, lo expresa claramente Fraga Mavilio “Una vía de motivación de los estudiantes por la actividad experimental es la realización de experimentos multicontexto y multiforme (Fraga 1992) en los que, además, se logra que las prácticas de laboratorio contribuyan a vincular la física con otras ciencias, la técnica, la producción material y la vida cotidiana.”²¹

²⁰ CONSTRUIR Y ENSEÑAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. Carretero, Mario. Aique Grupo Editor S.A.. Buenos Aires Argentina. Primera Edición. Pág. 68.

²¹ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Fraga Mavilio. Estrategia metodológica para el aprendizaje del método experimental en la Física. Pág. 71.

De no ser así, los estudiantes terminarán por ver la física como una especie de extensión de la matemática o una matemática disfrazada de dibujos y carritos, como lo expresó una estudiante de grado décimo “Ah, profesora entonces la física es sólo puras fórmulas para resolver los problemas del libro”²²

6.2.3 Un aumento real de la motivación

Un problema insoluto en muchas de las clases es la falta de atención voluntaria, aquella que precisamente es la que permite elevados niveles de aprendizaje y de comprensión de lo compartido en clase. Siendo la atención elemento fundamental para el mejor aprendizaje de las áreas en general, así lo expresan Colado Pernas y Mieres Orta en su artículo Los Experimentos Impactantes: “Uno de los elementos fundamentales para lograr mayor atención del alumno a una asignatura cualquiera, es poder crearle una motivación que lo estimule en la búsqueda de información en cada tema, de tal manera esta tarea se realice lo más consiente posible, aspecto que se logra cuando esa búsqueda se convierte en una necesidad.”²³

Con el trabajo experimental dentro de las clases de física es evidenciable el aumento de la motivación por las clases, la motivación por los temas y en general por la física aumentan realmente. Hablando de la tarea constante del maestro de buscar esa atención en sus estudiantes, de lograr esa motivación, Pernas y Orta dicen: “En el logro de ello desempeña un papel esencial el experimento escolar...”²⁴

6.2.4 Fundamenta la formación básica en ciencia y prepara los futuros científicos

El mundo está urgido de personas que manejen la ciencia en sus niveles básicos y también de personas que se desempeñen como científicos. En ambos casos es necesaria una

²² Estudiante del grado décimo.

²³ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Pernas, Colado. Los experimentos impactantes. Pág. 72.

²⁴ Ibid. Página 73.

formación clara y constante en el trabajo experimental, este trabajo además de ayudar en la formación de una sociedad científica, también brinda las bases mínimas con los que se iniciarán los futuros científicos de una nación. No necesariamente podría hablarse de formar ciudadanos con una amplia visión científica, pero tampoco se debe conformar con obtener ciudadanos ciegos para la ciencia y sus profundas ventajas.

“Las propuestas actuales a favor de una alfabetización científica para todos los ciudadanos y ciudadanas van más allá de la tradicional importancia concedida – más verbal que real– a la educación científica y tecnológica, para hacer posible el desarrollo futuro. Esa educación científica se ha convertido, en opinión de los expertos, en una exigencia urgente, en un factor esencial del desarrollo de las personas y de los pueblos, también a corto plazo”²⁵

El trabajo experimental es sin duda la mejor forma de lograr un acercamiento a una cultura científica para el común de los ciudadanos, además este tipo de trabajo desde temprana edad prepara al estudiante para ser un verdadero científico. “Pero el aprendizaje de las ciencias puede y debe ser también una aventura que potenciadora del espíritu crítico en un sentido más profundo: la aventura que supone enfrentarse a problemas abiertos, participar en la construcción tentativa de soluciones... la aventura, en definitiva, de hacer ciencia”²⁶

Se puede ver que la física y sus avances influyen directamente en la forma de vida, además es apenas lógico que la enseñanza de esta ciencia sea vivencial, pues su objeto de estudio es la vida misma, por ello, como dice GIL PÉREZ: “...las prácticas de laboratorio (deben verse y aplicarse) como ocasión de familiarizar a los estudiantes con el trabajo científico...” puesto que éste último debe ser un proceso natural y que debe formarse desde temprana edad, desde y para la cotidianidad.

²⁵ COMO PROMOVER EL INTERÉS POR UNA CULTURA CIENTÍFICA. UNESCO. Oficina regional de educación para América Latina y el Caribe. Chile 2005. Pág. 18.

²⁶ Ibid. Pág. 27.

Finalmente se debe decir que todo el trabajo experimental (actividades experimentales y prácticas de laboratorio) es fuente de un sin número de bondades, algunas ya mencionadas y otras, que al aplicarlas adecuadamente y en su contexto, estimulan habilidades y destrezas encaminadas a desarrollar las competencias. Como dice Cruz Sánchez: “En la enseñanza de las ciencias naturales el experimento docente desempeña un papel fundamental, ya que además de despertar el interés por el aprendizaje, de crear incentivos para la mejor asimilación del contenido, de permitir a los alumnos el trabajo colectivo y práctico como fuente de adquisición de conocimientos, también contribuyen a que aprendan a ver que en la práctica hay confrontación de teorías y postulados científicos.”

6.3 EL TRABAJO EXPERIMENTAL Y SU CLASIFICACIÓN

El Trabajo Experimental es el espacio pedagógico que complementa la enseñanza de las ciencias naturales, a través de diversas actividades cuyo enfoque didáctico permiten el acercamiento de estudiantes y docentes a la experimentación, que como un excelente instrumento, enlaza las teorías y los conceptos con sus demostraciones y aplicaciones.

Las actividades del trabajo experimental se clasifican básicamente en dos grupos (GIL PÉREZ, VILLASUSO Y FRANCO): las prácticas de laboratorio y las actividades experimentales. Se hace necesario resaltar la diferencia que existe entre práctica de laboratorio y actividad experimental, aunque para muchos puedan hacer referencia a lo mismo, existen aspectos que les diferencian notablemente en esencia, metodología y finalidad.

6.3.1 La práctica de laboratorio

Dicen Villasuso y Franco que la Práctica de Laboratorio “es el elemento más distintivo de la educación científica”²⁷. La práctica de laboratorio es el espacio pedagógico que tiene como fin acercar al estudiante de física a la experimentación y al trabajo práctico donde adquiere destrezas y perfecciona las habilidades necesarias para su formación técnica, profesional y científica. La práctica de laboratorio posee un carácter formal y estructurado, tanto en su presentación y guía, como en el desarrollo mismo de la actividad; sirve para asimilar conceptos, para demostrar cuantitativamente datos experimentales, para verificar leyes físicas y también para utilizar los conocimientos en situaciones reales. Un laboratorio por lo general lleva una toma de medidas, verificación de constantes, sistematización de datos y análisis de resultados los cuales son formalizados siempre con un informe al final.

Además de reconocer la importancia de las prácticas de laboratorio, es necesario establecer claramente las diferencias entre el enfoque tradicional y el investigativo, como dice Cruz Sánchez en su libro Temas escogidos de la didáctica de la Física “el primer enfoque llamado académico tradicional se caracteriza por la realización de experimentos en los que al estudiante se le dice exactamente qué hacer, con qué, cómo y los resultados que va a obtener.” A estos también se les llama laboratorios receta. En el enfoque investigativo experimental o de proyecto “se fundamente en concebir las clases experimentales orientadas a percibir la física como un proceso de indagación de la naturaleza.”²⁸

6.3.2 Actividad experimental

También llamadas “demostraciones de aula” o “experiencias de cátedra” (Villasuso y Franco) son actividades que lleva a cabo el profesor, el estudiante o ambos, y con las cuales se trata de dar a conocer un fenómeno físico o ilustrar un aspecto de la teoría. Estas actividades generalmente muy cortas y explícitas a través de un solo experimento, son actividades que no precisan de montajes o preparativos muy complejos, más bien buscan

²⁷ LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Villasuso y Franco, España 2000

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/teoria/A_Franco/Introduccion/fisica/fisical.htm

²⁸ CRUZ SÁNCHEZ, Armando. Temas escogidos de la didáctica de la Física. Página 65.

permitir la interacción con los estudiantes en forma rápida y sencilla, pero eso sí, en una forma muy ilustrativa y hasta sorprendente.

6.3.3 Clasificación funcional del trabajo experimental

La siguiente propuesta de clasificación del trabajo experimental está basada en las indagaciones propias del trabajo de investigación y hecha a manera de compendio o resumen; entre otros autores retomamos el trabajo del Ingeniero José Eliseo Barrón Aragón²⁹, docente de la Universidad Autónoma de Sinaloa en España, y que de acuerdo a dos aspectos o criterios se puede determinar no sólo la multiplicidad de opciones en el trabajo experimental, con lo cual el docente gana a la hora de programar y ejecutar sus clases, en espacio y tiempo; sino que también sirve como elemento adicional de seguimiento y evaluación del plan y ejecución de las cada una de las clases de física.

6.3.3.1 Propósito del trabajo experimental: es el primero de los criterios de clasificación, y el más importante, éste habla del fin con el cual se debe desarrollar o llevar a cabo el trabajo experimental, bien sea una práctica de laboratorio o una actividad experimental. Este criterio responde a las preguntas: ¿para qué se realiza la práctica de laboratorio o la actividad experimental? ¿Con qué fin último? Según este criterio el trabajo experimental puede ser:

- Trabajo Experimental de Comprobación: es el más conocido y usado en el sistema tradicional de educación y no por ello debe dejar de usarse. El Trabajo comprobativo tiene como fin que los estudiantes puedan comprobar ciertas leyes y / o principios de la física, con la participación activa de los estudiantes (ellos son los que lo comprueban).

²⁹ BARRÓN, José Eliseo. El Laboratorio Como Actividad Fundamental En La Enseñanza De La Física. Pág. 140. http://redexperimental.gob.mx/temas.php?id_eje=13. Febrero, marzo 2007

Está enfocado en obtener la comprobación de una ley a través de la experimentación, es supremamente recomendable este tipo de trabajo pues lleva a aumentar el interés, la capacidad de comprensión y por lo general acerca al estudiante con la teoría de una forma vivencial y amena. Una gran desventaja hallada en este tipo de trabajo es que puede llegar a ser un proceso que carezca totalmente de creatividad y que sólo sea el recetario que cumple el estudiante en un tiempo dentro del laboratorio.

- Trabajo Experimental Instrumental: un trabajo experimental cuyo fin es el de familiarizar al estudiante con los instrumentos comunes de las prácticas mismas de la física y en general de la actividad investigativa. Dentro de los beneficios de esta clase de trabajo experimental está el comprender mejor la naturaleza de las magnitudes que se miden, desarrollar habilidades y destrezas manuales y aprender el manejo de aparatos³⁰. El trabajo experimental instrumental es necesario y muy útil pero no debe ser el único.

Debe notarse que pueden y deben existir también actividades experimentales (las actividades cortas) que familiaricen al estudiante con los instrumentos que se usan cotidianamente en la física y en su enseñanza. Por ejemplo el manejo de unidades en una calculadora, el uso de un software específico, entre otros.

- Trabajo Experimental Demostrativo: podría llamarse trabajo ilustrativo y algunos autores le llaman “Prácticas de Cátedra”³¹, pues el propósito de éste es mostrar o ilustrar eventos físicos que requieran montajes complejos o costosos, también puede aplicarse este tipo de trabajo cuando el tiempo no permita el desplazamiento al laboratorio o cuando simplemente el docente desee generar aún más motivación e intriga por lo que se va a enseñar. Este tipo de trabajo tiene la ventaja de posibilitar

³⁰ BARRÓN, José Eliseo. El Laboratorio Como Actividad Fundamental En La Enseñanza De La Física. Pág. 140. http://redexperimental.gob.mx/temas.php?id_eje=13. Febrero, marzo 2007

³¹ Ibid. Pág. 144 - 145

el uso de aparatos más complicados y reproducir experiencias difíciles; es posible ganar la atención de la clase.

Un aspecto negativo es que el estudiante en este caso puede estar muy motivado por observar, pero también muy desmotivado al no tener una parte activa o participativa del trabajo. En este tipo de trabajo experimental el estudiante es “pasivo”.

Muchas actividades experimentales tienen este propósito y evitan el desinterés o la desmotivación al desarrollarse y sorprender en pocos minutos. Dichas actividades experimentales, y lo que demuestran, pueden ser tomadas para iniciar una clase o para terminarla. Este tipo de trabajo experimental puede llamarse (y es uno de los objetivos) Trabajo Sorprendente.

6.3.3.2 Lugar de desarrollo del trabajo: el segundo criterio, tan importante como tener en cuenta el fin con el cual se planea y aplica el trabajo experimental, es tener en cuenta el lugar más adecuado para la realización de una actividad experimental o de una práctica de laboratorio. Se sabe por experiencia que el sólo cambio de locación, bajo las condiciones adecuadas de orientación y trabajo, es ya un aliciente para la clase; por ello el trabajo experimental debe “sacarse” del salón de clase – cuando éste exista sólo allí – y llevarlo a los lugares donde sea más fácil y productivo hacerlo.

- Trabajo Experimental en el Salón de Clase: es *imperante la necesidad* de que en las clases cotidianas de física se utilicen actividades experimentales. No es necesario el desplazamiento a un lugar especial, el cual, por el tiempo y otras circunstancias se hace difícil y engorroso para el docente.

Una actividad de cinco minutos con algunos elementos sencillos puede convertir perfectamente el salón de clase en un súper laboratorio del cual los estudiantes no estarán interesados en salir, pues allí se sorprenden, se fascinan, aprenden y participan.

- Trabajo Experimental en el Laboratorio: trabajo excepcional y formativo, la sola visita a un laboratorio, la formación en el uso y desempeño en lugares como éste hacen que este tipo de trabajo experimental sea de lo más valioso para la clase y aún para el docente.

El laboratorio siempre entregará al docente un espacio donde el aprendizaje y puesta en marcha del método científico, y en general para toda la actividad y trabajo experimental, serán muy bienvenido por los estudiantes.

- Trabajo Experimental en Casa: llamado también “experimentos de casa”³², es un tipo de trabajo que permite un acercamiento especial a la física y a sus aplicaciones desde la simplicidad de la casa del estudiante, generalmente se convierte en un trabajo significativo puesto que utiliza elementos muy sencillos pero con un alto impacto en el desarrollo de la actividad como tal. Los estudiantes al ver que el trabajo se hace en casa, generalmente lo ven como más fácil, más ameno y con mayor posibilidad de aprender de él.
- Trabajo Experimental Fuera: recordando que el Trabajo Experimental también es observación científica, entonces no queda lugar a duda que se puede llevar a cabo trabajo experimental en prácticamente cualquier lugar donde exista un fenómeno físico observable. Lugares como un museo de ciencias, una planta productora o el jardín del colegio, pueden a la larga ser los mejores “laboratorios” donde la enseñanza se imparta por observación y experimentación directa de elementos y eventos cotidianos.
- Trabajo Experimental Virtual: no se puede dejar por fuera los grandes avances tecnológicos tanto en la vida cotidiana como para la enseñanza, el aprovechar las

³² BARRÓN, José Eliseo. El Laboratorio Como Actividad Fundamental En La Enseñanza De La Física. Pág. 140. http://redexperimental.gob.mx/temas.php?id_eje=13. Febrero, marzo 2007

herramientas computacionales para enseñar física es otra de las formas de hacer experimentación. Existe un sin fin de animaciones, sitios y programas que muestran y permiten la interactividad con una gran cantidad de contenidos físicos. Estos contenidos pueden parecer difíciles de manipular o de afrontar, pero a la hora de utilizar los sistemas éstos simplemente se hacen más sencillos y factibles de reproducir una y otra vez. Como parte de este trabajo se incluye el disco compacto con el Software en DEMO del programa Interactive Physics.

Ver anexo 11 - Disco Compacto Laboratorio Virtual.³³

Para el proceso de intervención fue necesario tomar todo el anterior componente teórico, puesto que de él se tomaron las herramientas necesarias para particularizar el problema, para describirlo y construir los diferentes instrumentos en los cuales se apoyó la intervención en el aula.

³³ Es un programa de laboratorio virtual, la forma de contacto es la siguiente: www.interactivephysics.com, disco compacto en demo. Interactivephysics, Estados Unidos.

7. MÉTODO Y METODOLOGÍA

7.1 MÉTODO DE INVESTIGACION

El tipo investigación utilizado fue la del método cuasi-experimental, en el cual los grupos intervenidos no son escogidos de forma aleatoria, caracterizándose por ser grupos intactos a los cuales se les realizó pre-prueba, intervención y pos-prueba. También se tomó muestra control, grupo en el cual no se trabajó y se consideró como contramuestra antes y después del proceso.

El tipo de diseño para la investigación experimental es “longitudinal”, puesto que la información es recolectada durante todo el proceso, y a través de diversos mecanismos, con el fin de detallar la evolución del proceso como tal, antes, en medio y después de la intervención realizada.

Esta investigación de tipo cuasi-experimental está centrada en una situación real o de campo, se utiliza en contextos educativos donde la variable más importante a alterar es la estructura o configuración de grupos ya formados, siendo la aplicación de trabajo experimental para nuestro caso dicha variable, que al ser modificada mediante la intervención esperamos modificará el proceso de enseñanza de la física.

Bajo este tipo de descripción cualitativa, se indagó sobre métodos, teorías y procedimientos, para diseñar una propuesta a implementarse, para lo cual fue necesario una constante descripción cualitativa, la cual fue consignada constantemente en un diario de campo; herramienta de mucha utilidad en el procesos de la construcción de la propuesta, y a través de dicha herramienta se pudo rescatar infinidad de aspectos y detalles que enriquecieron la investigación y que pudieron pasar desapercibidos con la simple observación.

El papel fundamental de los docentes cooperadores, aquellos que estaban encargados del área de física en los grados y grupos que se intervinieron, permitió no sólo la obtención de información y la construcción de un marco referencial para nuestra práctica docente, sino que también fueron agentes colaboradores en los mismos procesos de intervención.

7.2 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS ESPECÍFICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

7.2.1 Encuesta a los estudiantes

Se utilizó la técnica de la encuesta para los estudiantes, con la cual se tomó información fundamental sobre el estado inicial del trabajo experimental en la enseñanza de la física para los grados décimo y undécimo. Dicha encuesta se aplicó a través del cuestionario escrito, antes de la intervención en los grupos pertenecientes a la muestra y se aplicó posteriormente, al finalizar el proceso de intervención. Se aplicó el mismo cuestionario a un grupo control, al cual no se hace intervención.

El cuestionario se ha de diseñado con dos tipos de preguntas: preguntas cerradas de selección múltiple y cerradas dicotómicas con única respuesta. Dichas preguntas apuntan a determinar entre otras cosas el grado de aceptación, comprensión y disposición para el trabajo con la física, la cantidad de trabajo experimental que realmente se aplica en la institución, además de determinar diferencias entre los grados décimo y undécimo, entre otras cosas.

Ver anexo 01 – Encuesta a las estudiantes.

7.2.2 Encuesta para los docentes

Se utilizó la técnica de la encuesta para obtener información fundamental de los docentes y de algunas personas directivas del área, con el fin de determinar entre otros, los enfoques e

importancia dados al trabajo experimental en la Institución y la disposición para este tipo de trabajo, entre otros. Ver anexo 02 – Encuesta a Docentes.

La herramienta es un cuestionario de siete preguntas enfocadas en la temática del trabajo experimental en la Institución, la encuesta se hace por escrito y con un límite de tiempo de quince (15) minutos. Entre las personas seleccionadas están los docentes del área de ciencias naturales de ambas jornadas y la Coordinadora del área.

7.2.3 Otros elementos para la toma de información

Se usó la Planeación del Área de Física para los grados décimo y undécimo por su incidencia directa en la cantidad y calidad de trabajo experimental que pudo desarrollarse dentro de estos grupos. Además porque se contó con la posibilidad de participar en dicha programación con el fin de estructurar y disponer espacios y momentos propios para el trabajo experimental en cada grado y grupo.

El diario de campo fue un instrumento fundamental en la observación investigativa, como elemento que consigna detalles significativos tanto en las intervenciones, como sus resultados, en cada uno de los grados y grupos que se están trabajando. Dicho diario de campo fue inmerso en un portafolio, el cual, entre otros aspectos, contiene toda la información detallada del proceso individual de los responsables del proyecto, así como las participaciones y trabajos desempeñados. En este caso todo tipo de evaluación del trabajo experimental que el Colegio desarrolló y las clases dictadas por los docentes, fueron descritas y consignadas con el fin de contrastar y cruzar la información.

7.3 POBLACION Y MUESTRA

La población considerada en este trabajo investigativo fueron las estudiantes de los grados 10° y 11° de la jornada de la tarde del colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana,

adicionalmente los docentes encargados del área incluyendo la jefe de área de Ciencias Naturales de la Institución.

La muestra tomada son las estudiantes de los grados 10E, 10H, 11G y 11D; junto a sus respectivos docentes Armando Vásquez, Francisco Grisales y Dorlan Muñoz (encargado de los dos once) quiénes dictaban el curso de Física allí. Como grupo control se tomó a 10I.

7.4 PROCESO DE INTERVENCIÓN

Después de permanecer como observadores por un semestre, interviniendo en algunos momentos y espacios dentro de las clases y de las prácticas de laboratorio, se comenzó la intervención sistemática en el segundo semestre. Respetando la programación, filosofía y procesos académicos de la institución Colegio de la U.P.B., se programaron y desarrollaron cuatro (4) intervenciones formales³⁴ de trabajo experimental buscando poner a prueba el componente teórico que se tiene como base para el trabajo de intervención mismo.

La propuesta apuntó a planear, aplicar y evaluar el trabajo experimental para cada clase de física, o por lo menos para la mayoría de las clases. Si se piensa en el hecho de que en una institución no existe trabajo experimental o es muy escaso y luego se propone como meta el desarrollarlo para cada clase, ¡tal vez suene a imposible!, pero... ¡no lo fue !. Tomando el tiempo adecuado y los procedimientos adecuados, se implementaron actividades que cumplieron con los requisitos teóricos de experimentación. Si se desea montar un plan completo, en menos de dos años se puede planear y ejecutar todo el trabajo experimental para uno de los grados. Es cuestión de diseñar adecuadamente las actividades y prácticas más sencillas, pero que a la vez apunten mejor a los objetivos y necesidades a la hora de enseñar, sistematizarlas todas, conservar los materiales y herramientas necesarias y, además

³⁴ Es de anotarse que se habla sólo de cuatro actividades de trabajo experimental formales, puesto que de ellas se hace referencia completa en este documento escrito, pero que en la práctica se desarrollaron muchas más actividades, también se dictaron clases y se participó en otro tipo de actividades las cuales no se incluyen en el informe de este proyecto. De todas ellas hay mención en el portafolio de experiencias y en el compendio que se entrega al Colegio de la U.P.B. y como anexo en este informe.

y muy importante, evaluarlas con el fin de modificar para hacerlas más eficaces o descartarlas y darles paso a otras más útiles.

Se presenta entonces una estructura general de cómo es posible: 1) Planear y diseñar , 2) Aplicar y 3) Evaluar el trabajo experimental en las clases de física. Dicha estructura no es, ni pretende serlo, una camisa de fuerza rígida para el docente o el practicante, es más bien una idea clara de cómo proceder y qué tener en cuenta a la hora de desarrollar completamente el trabajo experimental con las estudiantes y cómo, eso sí, sacarle el máximo provecho.

7.4.1 Planear el Trabajo Experimental

Todas las actividades del trabajo experimental se diseñan pensando, por supuesto, en lo que la teoría propone; por ello se encontrarán actividades planeadas como demostrativas o comprobativas, actividades para trabajar en el salón de clase o por fuera de él, en equipos de estudiantes o como un grupo único. La intención clara de este proyecto es permitir que el trabajo experimental exista y lo haga en forma hilada a la estructura teórica del curso, pero que además, pueda contribuir eficientemente en la formación de estudiantes con un mayor conocimiento y aptitud científica.

Como primer paso dentro de la intervención fue muy importante observar y estudiar detalladamente las planeaciones, o construirlas si no se tenían del período o unidad a detallar – en el caso específico de esta intervención tercer y cuarto período para el área de física en los grados décimo y undécimo –. De acuerdo a las planeaciones, y teniendo en cuenta los temas y las horas de clase disponibles, se procedió a buscar y diseñar algunas tentativas de trabajo experimental para los temas más importantes. En este punto resultó vital obtener una buena cantidad de fuentes de trabajo experimental y de prácticas de laboratorio, para ello se revisó además lo que el colegio tenía escrito para el trabajo experimental, como guías, planeación y todos los textos de estudio. Este fue un primer esbozo del trabajo experimental para planear y aplicar en el segundo semestre del año lectivo.

Al momento de escoger las actividades experimentales y las prácticas de laboratorio se tuvo en cuenta diversas características y consideraciones generales, la mayoría de ellas sugeridas por pedagogos y maestros con gran experiencia como GIL PÉREZ, CARRETERO, CRUZ SÁNCHEZ. A continuación se resaltan aquellas más importantes a la hora de escogerlas, las actividades experimentales deben ser aquellas que:

- Abarquen o permitan trabajar temáticas que las prácticas de laboratorio no retomen³⁵. Por ejemplo en la unidad de ondas, la práctica de laboratorio puede ser sobre la cubeta de ondas, se deja por fuera temas tan importantes y tan fácilmente evidenciables como el sonido (que es una onda).
- Permitan trabajar el enfoque o propósito esperado, si la intención es demostrar algo que para las estudiantes es difícil de observar se decide por una plenamente demostrativa. Si es más la intención que ellas mismas comprueben, entonces la Actividad Experimental ideal es una que les permita comprobarlo por si mismas, y así en esta forma de acuerdo al propósito propuesto.
- Actividades experimentales que necesiten, según el criterio del docente, mayor refuerzo para la comprensión y comprobación o porque la temática en sí es más difícil de enseñar o demostrar, menos evidenciables. Por ejemplo mostrar con un láser en medio del humo o el polvo de tiza cómo se puede observar el rayo de luz (la luz viaja en línea recta, la luz se refleja aunque esto no se vea directamente...)
- Actividades experimentales que sean sencillas de preparar, la gran mayoría, pues es su propia concepción. (Jugar con un péndulo simple en el salón de clase, mostrando períodos, amplitudes, variaciones, entre otros. Sólo es necesario un cordel y una masa colgando).

³⁵ Se debe recordar que en el Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana si están planeadas una práctica de laboratorio por cada período.

- Actividades que sean impactantes, llamativas o que despierten un interés inmediato (las ondas de presión ilustradas con pequeña botella modificada en medio de una máquina de humo). Estas actividades experimentales, como se referencian en el marco teórico son excepcionales para lograr la atención del grupo bien sea porque se programan al inicio o porque se usan en medio de la clase para retomar la atención dispersa. De ellas no se debe abusar o esperar más de lo normal, son un buen abre bocas, pero deben estar siempre acompañadas de una guía o de un derrotero para que no se queden sólo en el impacto.
- Dar especial importancia a aquellas Actividades Experimentales en las cuales las estudiantes puedan experimentar fácilmente sin que la clase tenga por ello que detenerse, antes bien con dichas actividades la clase se puede centrar aún más y con ello sea aún más participativa. Por ejemplo la Actividad de los espejos en la clase y las cucharas, con ello se puede explicar el tema, llenar un sencillo cuestionario y experimentar a la vez, todo en medio de la clase.

En el caso de las Prácticas de Laboratorio el escoger las más adecuadas es un poco más sencillo, debido a que de ellas existe un mejor respaldo escrito y muchas guías preparadas, eso sí, teniendo en cuenta que se escogerán los temas y la posible práctica de laboratorio, pero el tratamiento y la forma de trabajo podría variar sustancialmente, pues en este punto será necesario evitar llevarles a las estudiantes las famosas y poco productivas prácticas tipo “recetas” o “recetarios” ³⁶. Para escoger pues las Prácticas de Laboratorio más adecuadas, se sugieren seleccionar aquellas que:

- Retomen con mayor claridad y facilidad los temas vistos dentro del período o de la unidad temática que dichas prácticas vayan a ilustrar.

³⁶ CRUZ SÁNCHEZ, Armando. Temas escogidos de la didáctica de la Física. Página 65.

- Permitan a las estudiantes repasar lo visto en las clases, enfrentarse a experimentos y procedimientos claros y manejables, y sobre todo, que les permitan interpretar, argumentar y proponer de acuerdo a sus conceptos adquiridos, a los conceptos obtenidos en la práctica misma y al trabajo en equipo.
- Estén bien redactadas (o en su defecto llevarlas a ese estado) y que el verdadero valor de dicha práctica en el laboratorio sea el de comprobar claramente que lo que dice la teoría es verdad y que lo que ellas piensan es o no correcto.
- Permitan la creatividad, el desempeño de diversas competencias (dibujo, lectura, realización de montajes, análisis, mediciones y tomas de datos, entre muchos otros), el verdadero trabajo en equipo y la presentación de informes claros, concretos y precisos. Esto no quiere decir que una Práctica de Laboratorio ideal es aquella que pide los datos más exactos y las medidas más precisas.
- No impidan la solución de un problema por diversas vías, sino más que bien que motive a buscar y proponer diversas soluciones y otros planteamientos, guías abiertas.

Luego de escoger las Actividades Experimentales y las Prácticas de Laboratorio, de acuerdo a las temáticas, éstas se enmarcaron dentro del contexto de las clases, teniendo en cuenta para ello las horas de clase, los temas en sí y la disponibilidad de recursos. Por ejemplo, si se sabía el tema y la Actividad Experimental escogida, fue necesario planear entonces en qué momento de la clase se debía aplicar, cuánto tiempo debería durar y cómo obtener algunas “respuestas” – bien sea orales, escritas, inmediatas o con tiempo de entrega – para evaluar el resultado de la actividad dentro del proceso educativo.

A continuación se presentará una explicación breve de los componentes diseñados para una guía del docente en cuanto a la planeación del trabajo experimental, así como los componentes que deberá llevar una guía para el trabajo experimental por parte de las estudiantes. Es de vital importancia destacar que las guías en este trabajo, como deben serlo

en su aplicación cotidiana, son sólo eso guías o derroteros que resumen y orientan el proceso de planeación, ejecución y evaluación, en este caso, de un trabajo experimental determinado. Las guías en este trabajo son una construcción propia, basadas en el marco teórico descrito antes y abiertas a la modificación de acuerdo a las necesidades específicas de la institución o docente que las requiera.

La guía para el docente: pensando en la facilidad que representa un formato guía y también en la gran importancia de sistematizar todo lo que se planea y aplica en la institución, se diseña el formato GUÍA PARA EL PLAN TRABAJO EXPERIMENTAL (docente).

Ver anexo 03 – Guía para el Docente.

En el recuadro de encabezado se registra la fecha, el grupo, el docente, el practicante (si aplica) y el título del trabajo experimental.

Un segundo grupo de datos aplica específicamente para el diseño del trabajo experimental, en él se debe consignar, de acuerdo a lo planeado, si el trabajo experimental es una Práctica de Laboratorio o una Actividad Experimental (una casilla para escoger el que se determina, son excluyentes) el propósito, Demostrar, Comprobar o Instrumental³⁷. El espacio donde se realizará el trabajo experimental y el tipo de trabajo. Nótese que es necesario contemplar siempre todas las posibles combinaciones de trabajo experimental, por ejemplo no todas las Actividades Experimentales tienen que ser en el aula, alguna Práctica de Laboratorio puede realizarse fuera del laboratorio e incluso puede pensarse en un actividad experimental en la casa y de forma individual.

Luego el formato permite llenar en forma sucinta los tópicos más importantes para tener en cuenta a la hora de planear y aplicar el trabajo experimental.

Ver anexo 04 – Guía para el docente llena.

³⁷ Propósito del Trabajo Experimental (clasificación), página 32.

En el procedimiento es totalmente primordial tener en cuenta el propósito escogido para el trabajo experimental. Si el trabajo es demostrativo debe pensarse en un procedimiento³⁸ que ilustre lo mejor posible aquello que se desea comprobar, si se habla, por ejemplo del empuje, permitir que puedan observar como un resorte que sostiene una masa se encoge un poco al sumergir la masa en el agua. Para este caso, las mediciones y la toma de datos no son lo más importante, de hecho no existen en el procedimiento como tal. Si el trabajo es Comprobativo, el procedimiento debe llevar a las estudiantes a confirmar que algo es cierto o que no lo es (eso sí con la participación activa de ellas), allí entonces el procedimiento no podrá ser sólo una receta, sino que será la descripción del derrotero de pasos, preguntas y afirmaciones necesarias para que las estudiantes queden realmente convencidas (hayan comprobado) lo que se ha propuesto desde el inicio.

Nótese que el procedimiento incluye preguntas y afirmaciones que no necesariamente son parte de las herramientas de verificación del proceso (evaluación de lo alcanzando con el trabajo experimental) Dichas herramientas, se han planteado de esta forma puesto que no se espera tener como en la mayoría de guías una serie de preguntas simples y / o repetitivas como: ¿entendiste? ¿qué entendiste? ¿si te dio o no te dio? ¿por qué?. Se dice herramientas, puesto que allí se plantean diversos instrumentos para obtener una retroalimentación de los resultados que arrojó el trabajo experimental, por ejemplo el plantear a las estudiantes el reto de generar una guía de Práctica de Laboratorio o de Actividad Experimental con la que ilustren lo mismo u obtengan mejores resultados, la petición de escribir una historia donde se involucren los principios comprendidos en dicho trabajo, entre otros ejemplos.

La guía para las estudiantes: partiendo de lo que se ha planeado en la guía del docente se construye una guía para las estudiantes cuya más importante característica es la concordancia con la guía del docente. Dicen lo mismo, pero redactada para la comprensión y desarrollo por parte de las estudiantes. Tanto el procedimiento en ambas guías, como las

³⁸ Se asume como procedimiento, además de los pasos lógicos o necesarios de la Actividad Experimental o de la Práctica de Laboratorio para alcanzar el objetivo u objetivos, también el diálogo escrito y / o hablado que debe entablarse para alcanzar dichos logros.

herramientas de verificación son absolutamente concordantes, tal vez presentadas en lenguajes un poco diferentes, pero apuntando a los mismos objetivos.

Ver anexos 05 – Guía para estudiantes.

La planilla de control: Para orientar y verificar el trabajo de planeación será muy útil consignar un resumen del trabajo experimental en una planilla que pueda dar cuenta de todas las actividades planeadas, donde se especifica el tipo de actividad, el objetivo, donde existe el espacio para la temática, para así llevar un mejor control incluso de la dosificación del tipo de actividad.

Ver anexo 06 – Planilla de control

7.4.2 Aplicar el Trabajo Experimental

Como era de esperarse, la propuesta pedagógica y la intervención tienen como centro fundamental la realización de diversas actividades de trabajo experimental de acuerdo al marco académico del Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana. Al tener una adecuada planeación, por escrito además, del trabajo experimental se ha abonado adecuadamente el terreno para que en el momento de la aplicación sea más sencillo y sobre todo más productivo en términos de conocimiento y aprendizaje para las estudiantes.

Para aplicar el Trabajo experimental será fundamental seguir la guía del docente, pues ella resume en términos concretos lo necesario para desarrollar el trabajo específico, es recomendable entonces, tener además de un buen dominio del tema el conocimiento pleno de las guías (docente y alumnas) y como implementarlas. Es un buen ejercicio tomar nota de la forma en que se desarrolla el trabajo experimental, especialmente de los comentarios de las estudiantes y de las preguntas más recurrentes, normalmente estos aspectos terminan mostrando virtudes y falencias tanto del trabajo experimental como de la guía (en caso de no tener la destreza suficiente o de requerirse todo el tiempo la participación activa del docente en el trabajo experimental, se recomienda para ello la ayuda de una de las estudiantes).

Para las Prácticas de Laboratorio tener en cuenta:

- Realizar completamente la práctica de laboratorio antes que llegue el momento de la aplicación con las estudiantes. Anticiparse a posibles dificultades con los montajes, con las mediciones.
- Preparar los montajes con tiempo, cuando el propósito de la Práctica de Laboratorio no incluya el hecho de que las estudiantes realicen el montaje.
- Permitir que las estudiantes tengan acceso a la teoría y a la guía estudiante con la anticipación adecuada de acuerdo a la teoría y a la Práctica de Laboratorio específica.
- Leer en lo posible el resumen de la teoría, el o los objetivos y las generalidades de la Práctica de Laboratorio a todas las estudiantes.
- Observar y seguir todo el procedimiento descrito en la guía. De no poder realizarse alguna parte específica dejar consignado el qué y el por qué para una posterior revisión y evaluación.
- Registrar los eventos más importantes durante el desarrollo de la Práctica de Laboratorio. Una expresión o una pregunta pueden ser la muestra de un concepto o de un proceso que las estudiantes han entendido o no han entendido y con ello se podría re-direccionar la práctica y / o la clase siguiente.
- Siempre terminar la práctica con tiempo de organizar el lugar y de resumir el trabajo, detallar una o dos conclusiones con ayuda de las estudiantes y formalizar completamente el trabajo que deben presentar (herramientas de verificación).

Para las Actividades Experimentales tener en cuenta:

- Utilizar la guía más informalmente, sin caer en la imprecisión. No es necesario hacer una lectura de ella en la clase, sólo en caso muy necesarios, de lo contrario terminaría por no lograr el objetivo claro y rápido de toda actividad experimental. Se debe recordar que la actividad experimental no toma por lo general más de diez minutos, la mayoría se desarrollan en el término de unos cuantos minutos, así que realizarlas sin guía no debe ser un obstáculo para un profesor con manejo promedio de los conceptos y experimentos físicos.
- Siempre tener todo los elementos listos, tanto para que el tiempo no se convierta en impedimento, como también para que las estudiantes no pierdan interés.
- Elaborar cuando sea necesario las preguntas, escritas u orales, que se determinaron en la planeación y que aparecen en la guía. Siempre permitir que las estudiantes las puedan resolver y en lo posible dar a conocer. Con dichas respuestas es posible entablar un diálogo constructivo en torno a la actividad experimental.
- Respetar la planeación de la Actividad Experimental en la mayoría o totalidad de sus detalles, por ejemplo en el caso de que ella sea para resolver en equipos, no deberá realizarse individualmente puesto que con ello se puede desarticular el resto del trabajo de la misma guía y aún de la clase.
- Al igual que en el caso de las Prácticas de Laboratorio, es muy importante estar atento a los comentarios, preguntas y respuestas de las estudiantes pues ello siempre dará más indicaciones de cómo fue el desempeño del docente, de las estudiantes y de los instrumentos mismos para dicho trabajo experimental.

Tener en cuenta a la hora de aplicar y evaluar el trabajo experimental:

Para las clases de física se recomienda pensar en diversos tipos de trabajo experimental, que permitan obtener diversos puntos de vista, obtener mejores formas de verificar lo que están o no comprendiendo, además de incentivar la participación de las estudiantes, además de que con dicho trabajo se asocian diversas áreas del conocimiento humano y con ello también diversos gustos de las estudiantes. Es importante resaltar que una clase de física con trabajo experimental es además de más interesante, más productiva y conlleva siempre a la formación de diversas destrezas que con toda seguridad son también parte de los objetivos de un buen plan de educación en el área de ciencias naturales.

El formato de una clase debe hacerse más impredecible para las estudiantes, pero también bien cada vez más y mejor programado por el docente. Eso incrementará el interés y la necesidad de que ellas estén atentas y dispuestas a aprender a lo largo de toda la clase. Si un día se programa la Actividad Experimental en el inicio y otro al final, eso de por sí les presentará un interés adicional. De todas formas en educación es vital el hecho que un docente tenga un buen nivel de improvisación y de dominio de los temas, puesto que en muchos casos tendrá que acelerar los procesos, o tendrá por el contrario, que detenerse y usar uno y otro ejemplo adicional, así como una que otra Actividad Experimental para lograr ilustrar mejor algún aspecto de la física.

Es recomendable también usar ciertas Actividades Experimentales (como las demostrativas) con una pregunta que desequilibre antes, siempre permitiendo que hayan respuestas – acertadas o no – luego se realiza la Actividad Experimental, se permite la observación y se pregunta de nuevo, esperando de nuevo las respuestas. Caso típico la Actividad Experimental sobre flotación. ¿Por qué flotan los cuerpos? se escuchan respuestas... se ilustra en la clase (no en el tablero) con una cubeta y algunos cuerpos pesados que si flotan y otros más livianos que no, de nuevo la pregunta ¿Por qué flotan los cuerpos?... se esperan respuestas... y así sucesivamente. Puede tomar unos minutos, pero con toda seguridad logrará mejores resultados y más duraderos (tal vez para toda la vida) en

términos de conceptualización y de experimentación que dibujarles algo en el tablero, que ponerlas a investigar o que mostrarles un video y dejarles un cuestionario.

8. LOS RESULTADOS Y SUS ANÁLISIS

Se Presentarán tanto los resultados como su análisis luego del trabajo de investigación realizado durante el año 2007 en el Colegio de la Universidad Pontificia Bolivariana. Se toman como base la conducta de entrada aplicada en los grados décimo y undécimo, las encuestas realizadas al final del año lectivo a estos grados y la encuesta que respondieron los docentes de dicha Institución. Basados en dichos análisis, los que se harán explícitos en este capítulo, en la experiencia que deja la investigación y en lo concerniente a la teoría sobre la experimentación, se deberá concluir y recomendar sobre el problema, el alcance que tuvo la propuesta e intervención en la solución y los posibles cambios a implementar a futuro.

Se deberá tener en cuenta que el trabajo de intervención se dividió en dos etapas, la primera constó de un tiempo de observación y toma de datos, de ella queda constancia completa en dos diarios de campo presentados también junto a este trabajo. La segunda etapa con un proceso de intervención en las clases de física.

Los grados décimos a pesar de no tener una intervención tan dedicada y constante (pues el trabajo con ellos coincidió con el semestre de observación) presentaron resultados halagadores. Los grupos de once tuvieron en el segundo semestre el apoyo para la intervención y por ello se puede apreciar en sus resultados mayores logros.

Se realizó una encuesta a las estudiantes, en total 145, como conducta de salida (ver el anexo 01), en la mayoría de los casos los resultados se analizarán primero para el total de las encuestadas, 4 grupos que incluyen undécimo; luego se analizarán los resultados para el grado undécimo por aparte, donde hubo el grueso de la intervención y para el grado décimo donde no hubo – esto es el grupo control – de la investigación. En los casos necesarios se explicitará en el título de la gráfica.

8.1 ANÁLISIS DE ENCUESTAS GRADOS DÉCIMOS Y UNDÉCIMOS

La encuesta de entrada se realizó a 145 estudiantes de los grados décimo y undécimo (ver anexo 01 Encuesta de estudiantes y el anexo 07 Tabulación de datos de entrada) y la de salida a 125 estudiantes en ambos grados también (ver también el anexo 01 y el anexo 08 Tabulación de datos de salida)

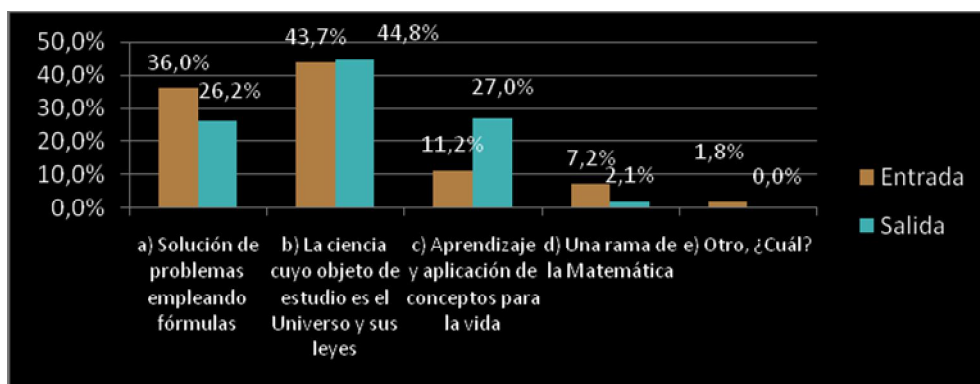
Siguiendo los parámetros establecidos para esta investigación de tipo cuasi experimental, Se analizarán los datos de entrada en contra parte con los de salida para los grupos en general, se seleccionan las preguntas que más muestran el estado inicial y el final de las variables involucradas el problema y su solución. Las preguntas, las respuestas – presentadas gráficamente – y los comentarios sobre ellas son:

8.1.1 Para usted la física es

a) Solución de problemas empleando fórmulas b) La ciencia cuyo objeto de estudio es el universo y sus leyes c) Aprendizaje y aplicación de conceptos para la vida d) Una rama de la matemática e) Otro ¿cuál?

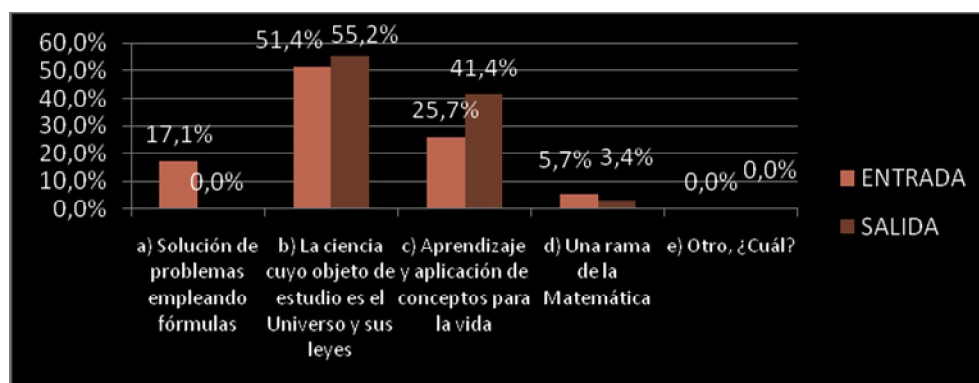
Esta pregunta permite determinar cuál es la mirada general que tienen las estudiantes en cuanto a la física, pensando en su utilidad y aplicabilidad.

Primera pregunta – todas las encuestas – comparación entrada y salida



Para la entrada (o encuesta inicial) el 43.2% de las estudiantes responden las opciones a) ó d), estas opciones son desfavorables pues muestran que la física es una materia matematizada y poco importante para ellas, dice ello que no es aplicativa la física. Este 43.2% se reduce considerablemente para el final del año, después del trabajo experimental, sólo un 28.3% afirma que la física es solución por fórmulas o una rama de la matemática. Para la respuesta b), la cual apunta a una mirada formal de la física, el cambio entre entrada y salida es poco. Lo que si es apreciable, y además positivo, es el considerable aumento de respuestas para la c), pues el porcentaje de niñas que piensa en la física como un aprendizaje para la vida pasó del 11.2% al 27% casi triplicando su número, casi la tercera parte del curso.

Primera pregunta – sólo encuesta undécimo – comparación entrada y salida



El 22.8% de las estudiantes responden al inicio del año las opciones a) ó d), lo cual es casi la mitad del porcentaje que para todo el total de las encuestadas. Al final sólo un 3.4%

afirma que la física es solución por fórmulas o una rama de la matemática. La respuesta b) presenta una mejora de casi 4 puntos porcentuales y la respuesta c) pasa de 25.7% a 41.4%. Se tiene un total del 96.6% que piensan de una forma más acertada o formal sobre la física, por ello también la ven más útil e importante para sus vidas.

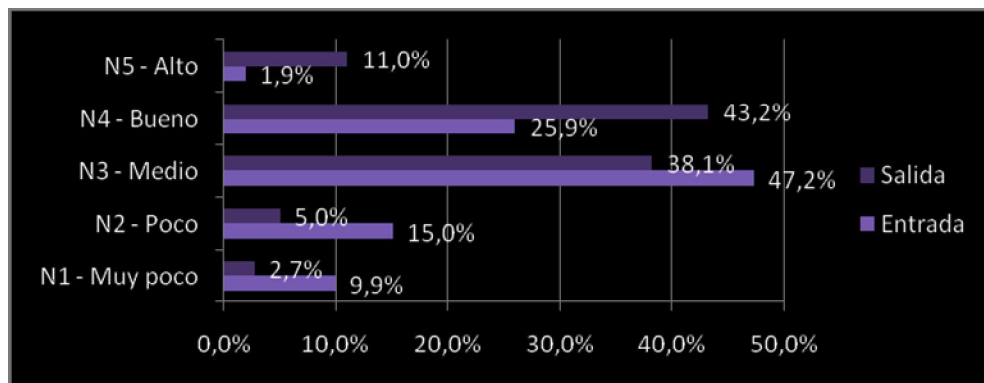
Los resultados de la encuesta para el grupo control (10 I) es similar a los obtenidos para todos los grupos y para el grado undécimo. Ello puede indicar que la conceptualización de la física para las estudiantes o que la apreciación de importancia y aplicabilidad no necesite obligatoriamente del trabajo experimental. Pero también es claro que cuando se realiza trabajo experimental es muy factible obtener un cambio de postura en cuanto a la física y su utilidad.

8.1.2 Nivel de gusto por la física

N1) Muy poco – N2) Poco – N3) Medio – N4) Bueno – N5) Alto.

A través de esta pregunta se obtiene en forma indirecta el nivel de motivación que las estudiantes tienen por la física. Es de anotar que la motivación, según el marco teórico, es una de las condiciones que se deberían de adquirir con el trabajo experimental adecuado. Las respuestas:

Segunda pregunta – todas las encuestas – comparación entrada y salida

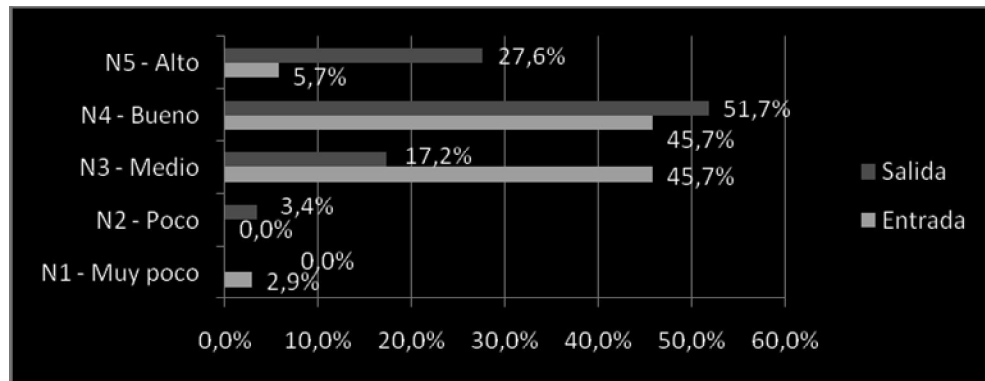


Se debe observar en este caso con sumo detalle que los niveles Muy poco y Poco comienzan en 25% y descienden hasta un 7.7%, que aún el nivel de respuesta Medio baja

9.1%; así como los niveles de gusto Bueno y Alto por la física pasan de 27.8% a 54.2%, el cual es el doble del inicial.

Si se analiza la misma pregunta para el grado undécimo se tiene:

Segunda pregunta – sólo encuesta undécimo – comparación entrada y salida



Un nivel de entrada bueno y los resultados finales, luego de la intervención, aún mucho mejores. El porcentaje de chicas que responde que la física les gusta muy poco o poco pasa de 2.9% a 3.4%, sin diferencia en la práctica, pero en el nivel medio se reduce un 28.5% y los mejores niveles para la pregunta (el bueno y el alto) muestran que se pasa de 51.4% a 79.3%.

Revisando esta misma pregunta para el grupo control (10 I) las diferencias entre la entrada y la salida se mantienen además de constantes muy bajas, no hubo una mejoría apreciable en este caso. Acá podría decirse que el trabajo experimental si marca una diferencia total en los grupos donde se aplica.

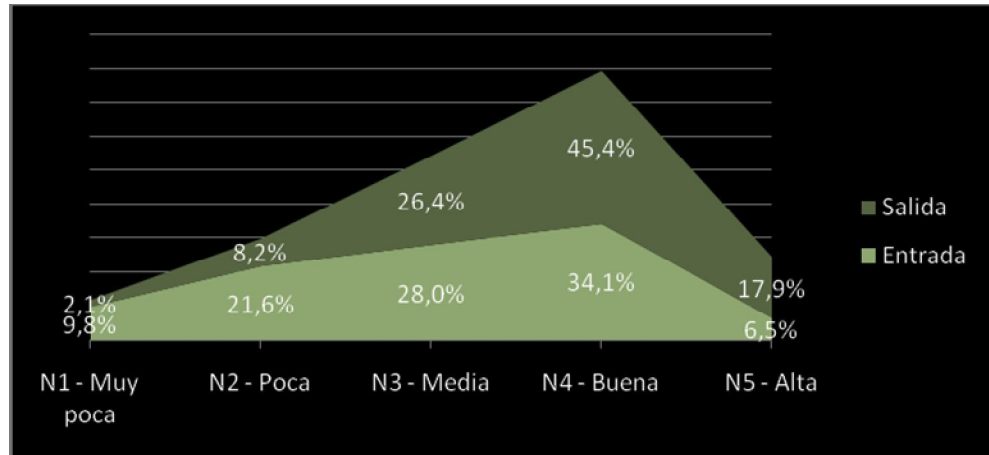
La motivación es uno de los logros más sobresalientes que demuestran las estudiantes al aplicar diversas formas de trabajo experimental. ¿Puede imaginar un curso de física o química que usted dicte y donde el 80% de las estudiantes *adolescentes* expresan abiertamente gusto y motivación por dicho curso?

8.1.3 Importancia que le das a la física para la vida diaria

N1) Muy poca – N2) Poca – N3) Media – N4) Buena – N5) Alta.

Es una pregunta más precisa y directa a la hora de revisar que piensan de la aplicabilidad de la física. Una materia enseñada sólo desde lo teórico y que elimine o descontextualice lo experimental pierde sentido.

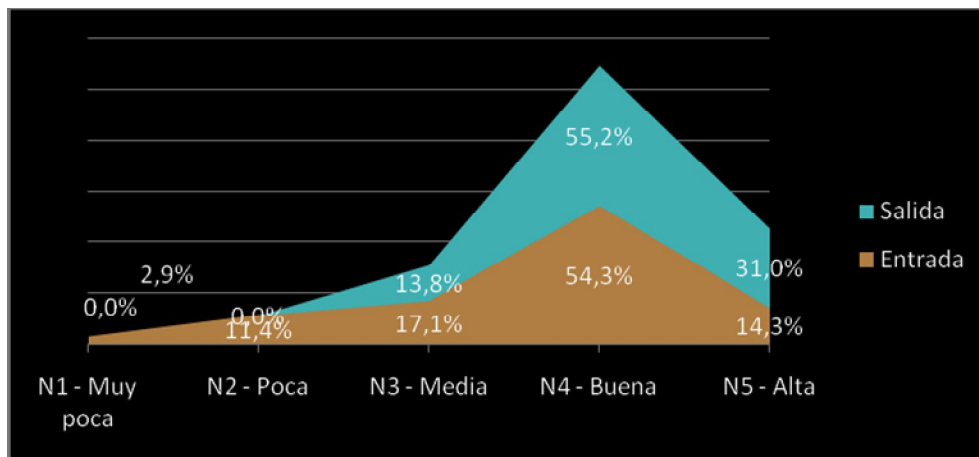
Tercera pregunta – todas las encuestas – comparación entrada y salida



De los datos se resaltarán tres aspectos muy importantes, ellos son: 1) En la conducta de entrada las estudiantes presentan todas opiniones divididas, no hay picos muy altos (9.8, 21.6, 28, 34.1 y 6.5%) contrario a los resultados de salida (2.1, 8.2, 26.4, 45.4 y 17.9%) los cuales marcan un pico alto. 2) Dicho pico alto está en el nivel bueno de importancia. 3) Los datos se tiran considerablemente hacia el lado favorable para la investigación.

La misma gráfica para Undécimo presentará los mismos resultados descritos arriba, pero con una marcada mejoría para los datos Buena y Alta. Se puede observar el pico alto está en 55.2% y si sumamos respuestas Buena y Alta se tiene el 86.2% de importancia.

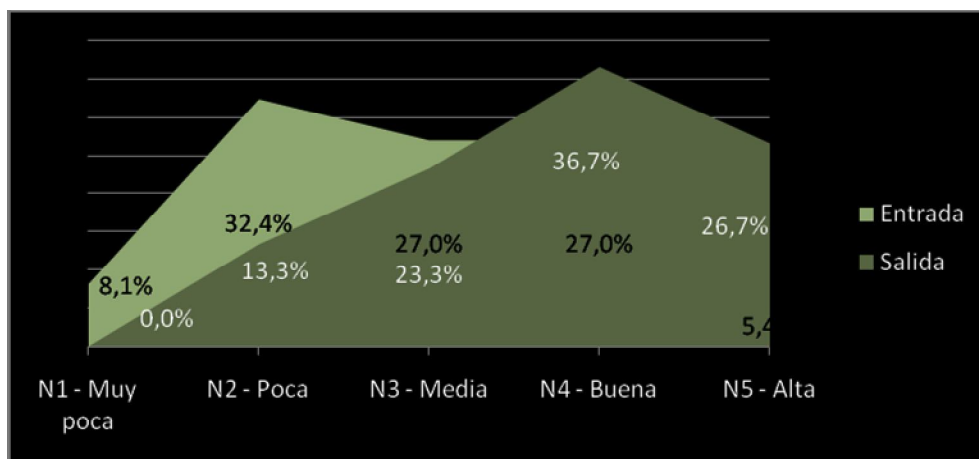
Tercera pregunta – sólo encuestas undécimo – comparación entrada y salida



El trabajo experimental le aporta vida a la enseñanza de la física y hace que las estudiantes vean el área como algo importante. Como algo que merece ser estudiado o por lo menos a lo cual se le debe prestar atención.

Los resultados del grupo control son menos claros, las gráficas no presentan picos tan altos ni antes ni después de la intervención.

Tercera pregunta – sólo grupo control – comparación entrada y salida

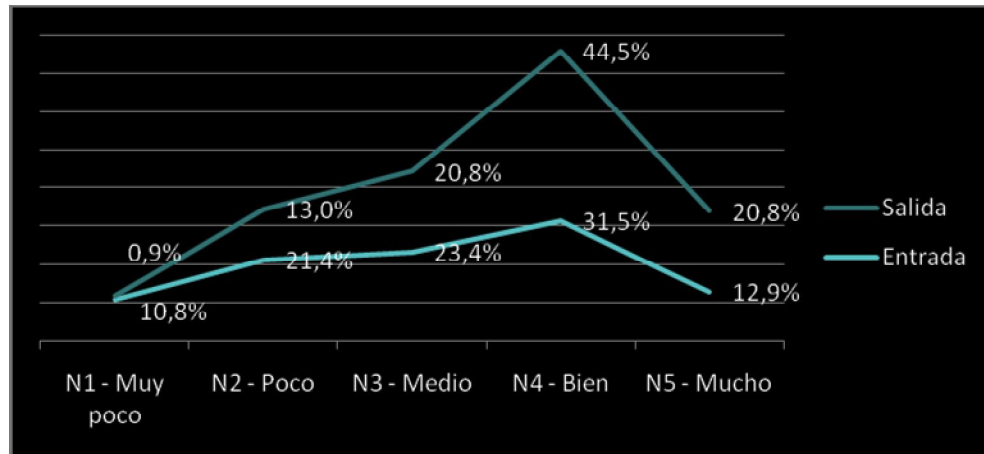


8.1.4 Entiende las explicaciones que el profesor da

N1) Muy poco – N2) Poco – N3) Medio – N4) Bien – N5) Mucho

Una de las instancias más importantes por las que se debe enseñar a través de la experimentación es por la mejora que aporta al proceso de enseñanza aprendizaje, se mejora en la comprensión de conceptos por parte de las estudiantes y en la forma en que se presentan o explican los conceptos por parte del docente.

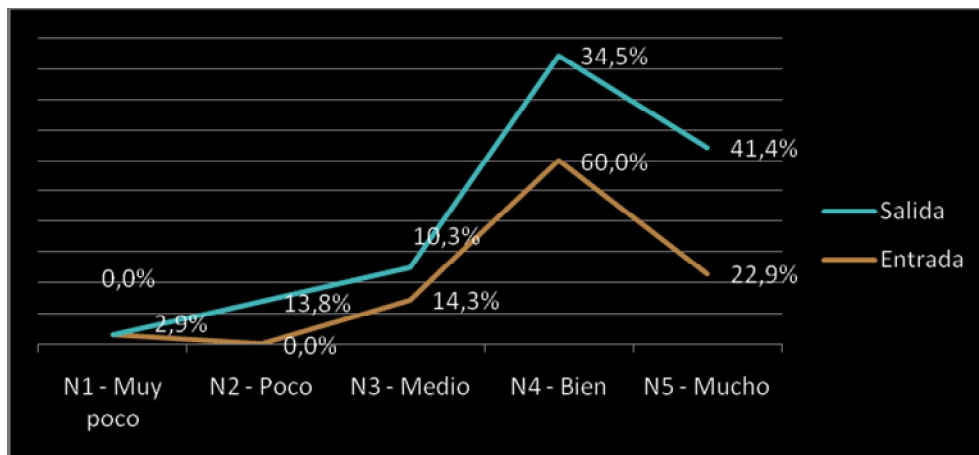
Cuarta pregunta – todas las encuestas – comparación entrada y salida



En este caso las curvas de respuesta se separan subiendo para los valores adecuados (N4 y N5) mostrando una mejora considerable en la comprensión de lo que el profesor explica. Mientras para los dos más bajos niveles (N1 y N2) se pasa de 32.2% a 13.9%, reduciendo la experiencia negativa de no entenderle al profesor.

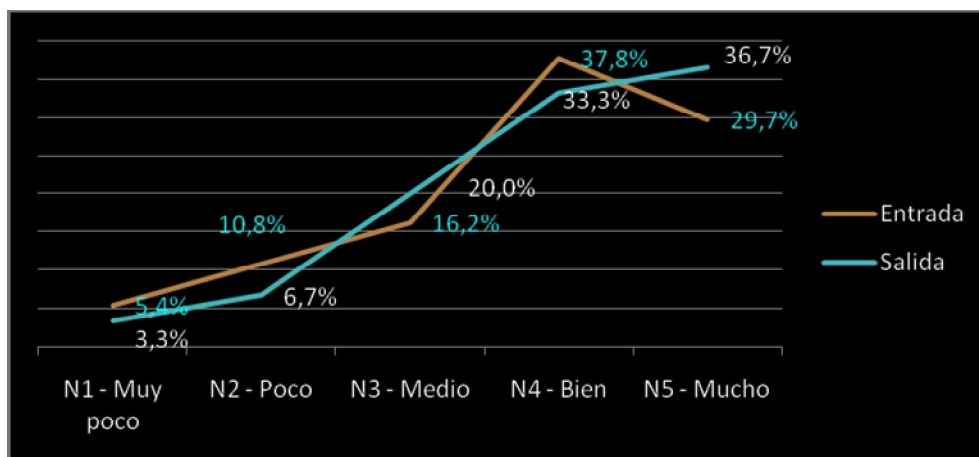
Una mirada a los resultados de grado once dejan las cosas más claras aún, las gráficas muestran los datos pico más altos en el nivel 4, lo que equivale a una calificación sobresaliente para el nivel de comprensión de las estudiantes al profesor, y especialmente para los datos del nivel 5 – el cual es una calificación excelente en la comprensión al profesor – empieza en 22.9% y termina en 41.4%.

Cuarta pregunta – sólo encuestas undécimo – comparación entrada y salida



Nótese la constante mejora en los anteriores análisis para la salida en términos generales de todos los grados y especialmente para el grado undécimo; este hecho contrasta con la gráfica del grupo control, ella indica que la situación de entrada y la de salida en cuanto a la comprensión de lo que enseña el profesor no mejoró, por el contrario la calificación de nivel 5 se redujo de 36.7% a 29.7%. El hecho de que ambas rectas se muestren tan iguales en la prueba de entrada y en la de salida indica que la situación de entender las explicaciones que el profesor da no mejoró, siguió igual.

Cuarta pregunta – sólo grupo control – comparación entrada y salida



Según lo mostrado por las estudiantes, y especialmente las de grado undécimo, el trabajo experimental les permitió entender mejor las explicaciones que el profesor les imparte en

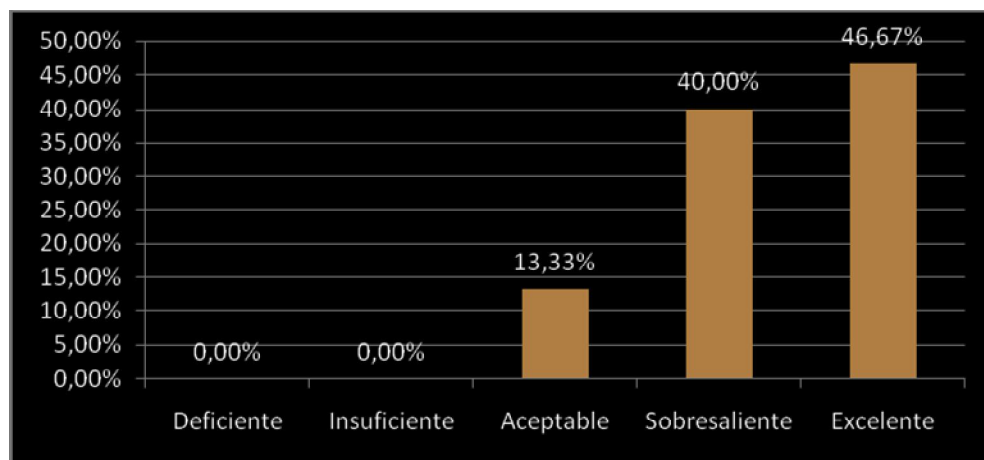
clase, ello redundó positivamente en la forma en que comprendían las temáticas y también en los resultados académicos que obtuvieron al finalizar el período escolar³⁹.

8.2 ANÁLISIS ESPECÍFICO DE ENCUESTA DE GRADO UNDÉCIMO

Encuesta aplicada a 30 estudiantes del grado undécimo G, este grupo presentó una excelente dosis de trabajo experimental bajo la enseñanza del profesor Dorlan Muñoz. Dicha encuesta hizo parte de la evaluación final del curso y ella abarcó las siguientes preguntas:

8.2.1 Pensando en la importancia del trabajo experimental califique el desempeño del área de física en este año: a) Deficiente b) Insuficiente c) Aceptable d) Sobresaliente e) Excelente

Primera pregunta – Grado Undécimo – Evaluación Final

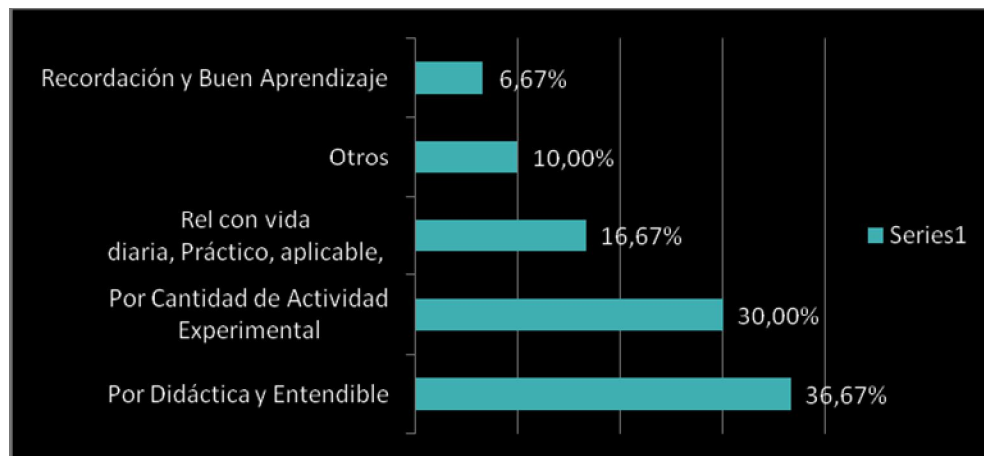


Con los resultados obtenidos para esta pregunta se puede concluir que todo el grupo está de acuerdo con las clases que llevan trabajo experimental, su nivel de aceptación o calificación, por decirlo así, es muy bueno. El 100% de las encuestadas le da una calificación buena o superior, el 86% piensa que es sobresaliente o excelente.

³⁹ Revisar el anexo Comparación de Datos, allí la pregunta 5 de la conducta de entrada y salida muestra en las columnas de “Promedio Todos sin Control” que la entrada entre el nivel 3 (aceptable) y el 5 (excelente) pasó del 50.2% al 81.5%, evidenciando una mejoría en los resultados académicos obtenidos del 30%.

Lo más interesante es la forma en que responden al por qué de la anterior pregunta, como la pregunta ¿por qué? es abierta, las respuestas debieron ser categorizadas, encontrando respuestas muy interesantes y dicientes:

El por qué de la respuesta anterior

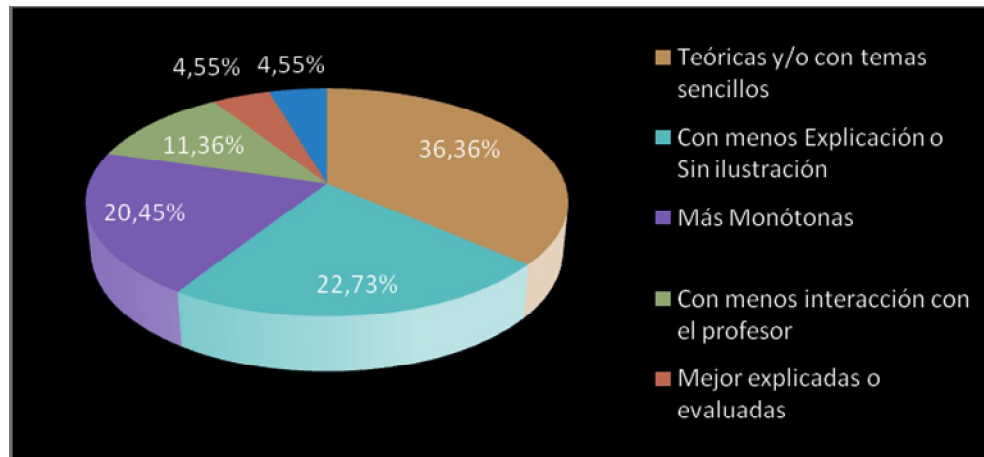


De acuerdo a lo que dice la teoría las respuestas obtenidas apuntan a los aspectos más importantes que se logran con el trabajo experimental, como el mejoramiento del uso de los recursos didácticos, se devela también la importancia de la cantidad de experimentación en clase, además de lo importante que es ver y saber de la aplicabilidad del área.

Es muy importante anotar que las estudiantes no tienen ninguna preparación pedagógica en este sentido, pero todas sus respuestas apuntan adecuadamente a dichos aspectos y fueron todas respuestas espontáneas y no condicionadas, su lenguaje parece más bien el lenguaje de personas que dominan en cierto grado las teorías didácticas y la pedagogía.

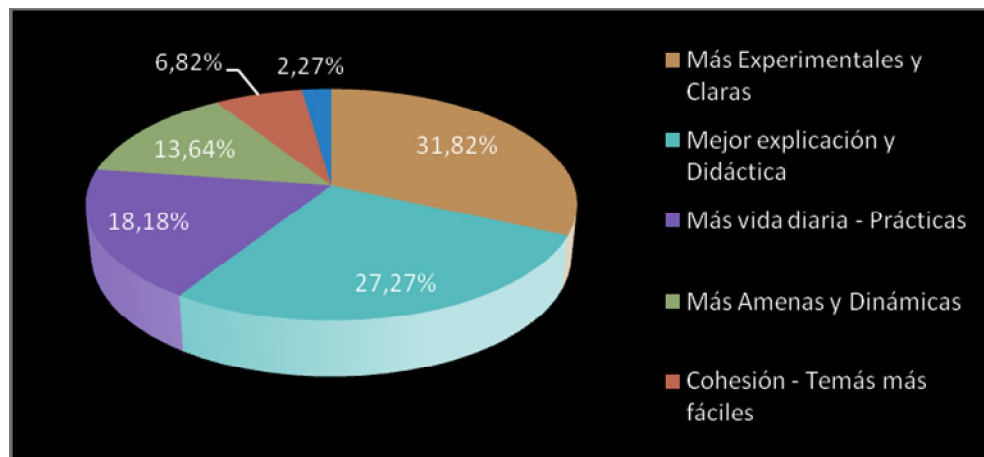
8.2.2 ¿Cómo fueron las clases de física en el grado décimo?

Mirar la educación como un proceso completo y constante debe permitir hacer una comparación del mismo grupo pero para dos años diferentes, la pregunta pudo revelar cosas interesantes y datos contundentes en cuanto a las clases con y sin trabajo experimental.



Aproximadamente el 80% de las estudiantes opina que las clases de grado décimo fueron muy teóricas, menos explicadas o ilustradas y monótonas. Un pequeño porcentaje de estudiantes (4.55%) mencionan que para ellas las clases de décimo fueron mejor explicadas. En forma interesante algunas estudiantes mencionan en sus respuestas que las clases de décimo eran con temas más sencillos, según ellas, “más fáciles”, pero aún así coinciden casi todas en que fueron más monótonas y con menos interacción con el profesor.

8.2.3 ¿Cómo fueron las clases de física en el grado undécimo?

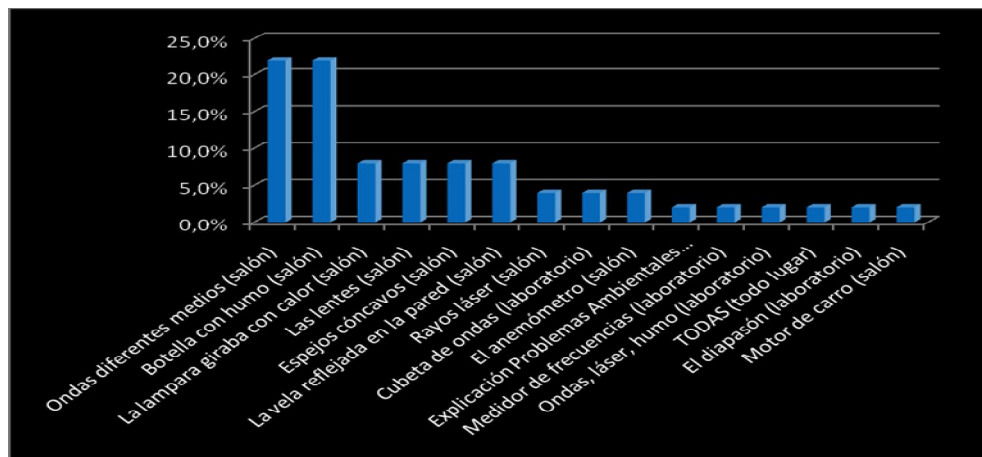


En comparación con el grado décimo las respuestas para las clases en grado undécimo fueron muy diferentes. De nuevo resalta que más del 58% de las estudiantes coincide en decir que las clases en el grado once fueron más experimentales, claras y mejor explicadas.

La asociación con la comprensión y con la explicación es inmediata a la hora de hablar de trabajo experimental.

Se menciona en repetidas ocasiones que las clases son más prácticas y más relacionadas con la vida diaria, además expresan que los temas se notaron con mayor cohesión y fluidez. Un 2% menciona que las clases fueron mal evaluadas en grado undécimo.

8.2.4 Actividades del trabajo experimental que más recuerdan



De esta pregunta y las respuestas de las estudiantes se pudieron determinar los siguientes aspectos:

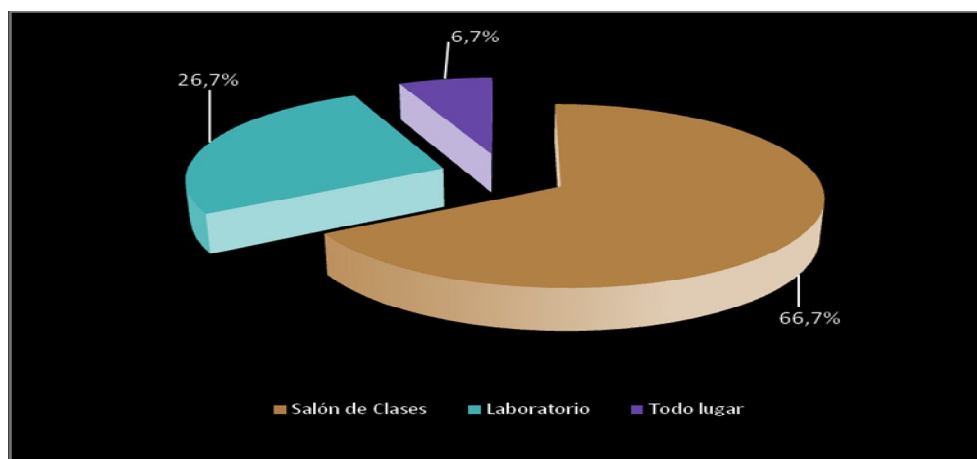
- La misma pregunta se realizó en la conducta de entrada al inicio del año lectivo y tanto las estudiantes de grado décimo y undécimo respondieron que una o dos actividades y las prácticas de laboratorio más recordadas eran tal vez dos o tres de las realizadas. Caso contrario en esta ocasión donde las estudiantes mencionaron más de 15, algunas de dichas actividades con más de 10 menciones por diferentes estudiantes.
- Se puede concluir que existió una mejora de la recordación de dichas actividades, seguramente por la comprensión y el interés que generaron, además que la cantidad

de experimentación si es muy importante, también enriquece al punto de convertirse en parte esencial del trabajo de clase. Las temáticas son variadas y abarcan diversos temas del grado undécimo.

- Otro hecho fundamental es que de las 15 actividades que más recuerdan las estudiantes, sólo 4 son actividades que están dentro de una práctica de laboratorio, ellas precisamente ocupan los lugares intermedios o más bajos de la tabla de clasificación. En cambio las 11 actividades – entre ellas las 7 primeras más recordadas – se realizaron en el salón de clases, con materiales sencillos; excepto la primera; y precisamente están planeadas y aplicadas como actividades experimentales.

8.2.5 Lugar de aplicación de las actividades más recordadas.

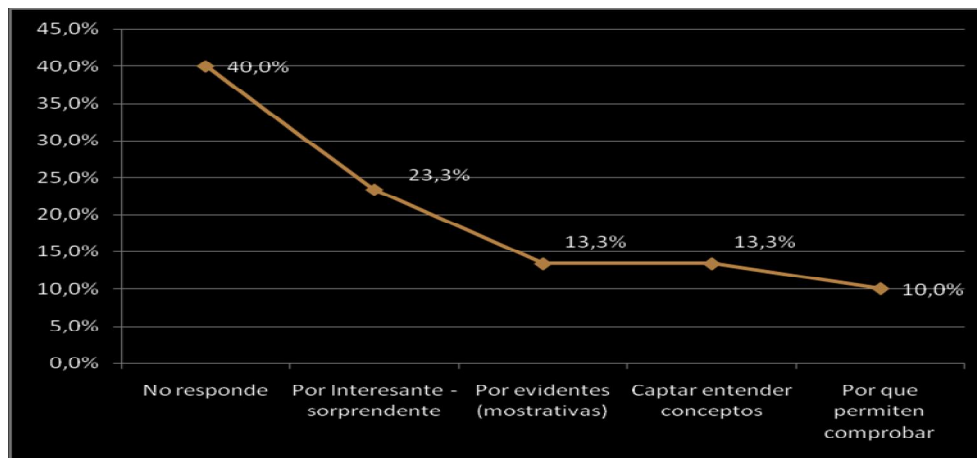
Muy importante revisar donde fueron aplicadas las actividades de trabajo experimental que más recuerdan las estudiantes, ello permite revalorar el hecho que el buen trabajo experimental no necesariamente se enmarca en el laboratorio o en un lugar específico.



Según las respuestas más del 66% de las actividades más importantes se realizaron en el salón de clase, la recordación tanto en el número de estudiantes que las recuerdan como la razón por las que las recuerdan son muy dicientes. Aparece el laboratorio con un 26% aproximadamente y un 6.7% el cual no es despreciable puesto que en una enseñanza tradicional el trabajo en otros lugares no se realiza (patio salón, corredores, sala de sistemas) y si esto ocurre tal vez no sea recordado por las estudiantes.

8.2.6 ¿Por qué recuerdan dicha actividad del trabajo experimental?

No sólo es la recordación, se preguntó del por qué de la recordación.



Tal vez, por la falta de tiempo - la prueba se realizó al final de la clase y para la última pregunta el timbre de clase ya había sonado – muchas estudiantes (40%) no respondieron, pero el 60% alcanzó a responder y esto es lo que se pudo hallar:

- En la primera categoría, con el menor porcentaje, del 10% están las señoritas que respondieron que porque con dichas actividades pudieron comprobar lo que la teoría les estaba diciendo. Es allí donde se puede evidenciar las actividades comprobativas y su trabajo esencial.
- Con el 13.3% se encontraron dos grupos de estudiantes las cuales respondieron que recuerdan dichas actividades por que pudieron entender mejor los conceptos enseñados y por que hacían las cosas más evidentes, más fáciles de ver – las actividades mostrativas – respectivamente.
- Un 23.3% explica que la razón de la recordación es por lo interesantes o sorprendentes de las actividades. Apuntando directamente al concepto de motivación y atención asociados al uso de la experimentación constante en clase.

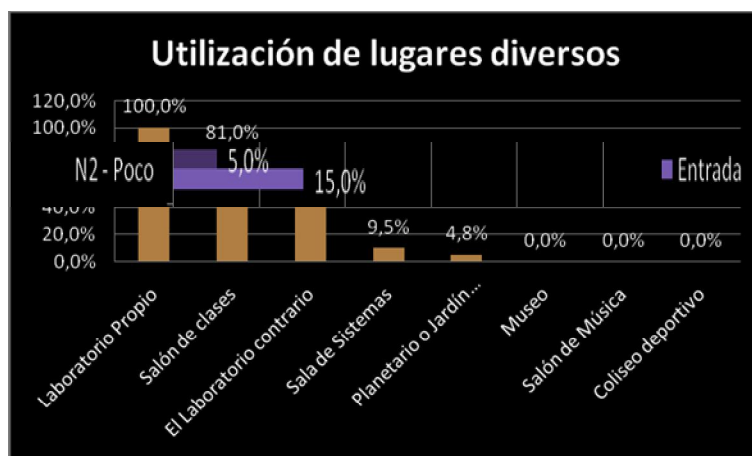
8.3 ANÁLISIS DE LA ENCUESTA A LOS DOCENTES

Como está planteado en el problema y como se mencionó en el capítulo de la metodología, la población a intervenir también incluye a los docentes de la Institución, en este caso a los docentes del área de física y a la coordinación del área de ciencias naturales. La encuesta incluye además el grupo de docentes de biología y química del Colegio de la U.P.B. El total de encuestados 21 docentes, incluyendo la coordinadora de ciencias naturales.

Ver el anexo 09 Resultado docentes.

8.3.1 ¿Cuántas veces utilizó el año pasado uno de los siguientes lugares para dar sus clases con trabajo experimental?

De acuerdo a la clasificación que se propone en este trabajo, uno de los aspectos relevantes a la hora de aplicar el trabajo experimental es el lugar donde éste se puede desarrollar. Esta pregunta nos dio un panorama claro de lo que realmente se desarrolla en la Institución.



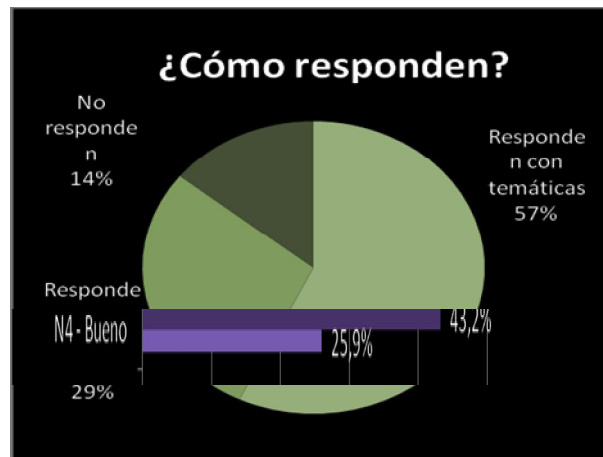
Las respuestas permiten ver los siguientes aspectos:

- Todos los docentes utilizan el laboratorio por lo menos una vez durante el año lectivo, de ello se puede afirmar que es una utilización generalizada en la Institución. El promedio de uso de dicho laboratorio es de 5 ocasiones por docente

en el año; lo que refleja lo anticipado desde la planeación, esto es, que se realiza algo más que una práctica de laboratorio por período.

- El salón de clases, según los docentes, es utilizado por el 80% de ellos para realizar clases con trabajo experimental. El promedio de uso del salón de clases es 6.5 veces por docente, pero es necesario anotar que la mitad de los docentes no lo han utilizado o lo han hecho en una o dos ocasiones durante el año.
- El laboratorio contrario es usado por la mitad (52%) de los docentes para enseñar sus áreas con trabajo experimental. El promedio de uso de éste es tan solo de 1.7 veces por docente por año.
- En general todo el trabajo experimental se realiza en el laboratorio o en el salón de clases, lo que muestra claramente que la aplicación de dicho trabajo se realiza aún en forma muy tradicional.
- La sala de sistemas, la cual debe ser muy utilizada por la facilidad y la afinidad con el trabajo experimental y en general con el trabajo científico, sólo fue utilizada por 2 docentes durante el año y con un promedio de 1.5 veces. Así mismo el resto de lugares posibles para el trabajo experimental como planetario, jardín botánico, museos, sala de música, otros, sólo referencia una utilización en todo el año por un solo docente.

8.3.2 En cuanto a las temáticas del trabajo experimental de la pregunta anterior, respondieron así:



Ante la pregunta abierta ¿qué temáticas? Los docentes respondieron temas muy específicos de la biología y química como: Reacciones Químicas, Separación de mezclas, Corriente Eléctrica, evolución, ondas, poblaciones, ecología, cerebro y de la física: Rozamiento, 2 ley de Newton, Pascal, Arquímedes, movimientos, hidrostática, resortes, pendulo simple, espejos, difracción, mecánica, cinemática (Ver el anexo 09) Los siguientes aspectos son muy importantes para terminar de validar la pregunta inicial:

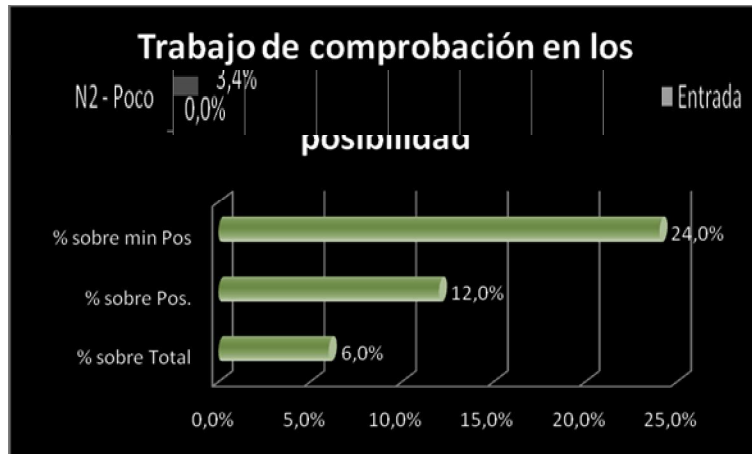
- El 57% de los docentes responde con claridad algunas temáticas, la pregunta no exige un número determinado, pero la respuesta denota el dominio y la claridad que manejan los docentes en cuanto a su trabajo experimental.
- Un 43 % (nada despreciable) le falta mostrar coherencia y / o manejo adecuado del trabajo experimental. De estos docentes (el 14%) simplemente no respondió y un 29% generalidades como: “Lo estipulado en la planeación” “las temáticas del grado” o “Química Orgánica”, entre otras, todas estas respuestas no aportan a la clasificación temática y dejan la verificación de la primera pregunta en entre dicho.

Es parte del análisis anotar que en este caso no debió existir problemas con el tiempo de solución de la prueba, pues es la primera pregunta del cuestionario.

8.3.3 ¿Cuántas veces al año orientó a sus estudiantes para comprobar experimentalmente alguna de las temáticas de clase?

Dicha pregunta en el cuestionario es la número 4 pero se hace pertinente analizarla en este momento, además ella apunta a la aplicación del trabajo experimental en general para llevar a los estudiantes a comprobar las teorías científicas y las propias.

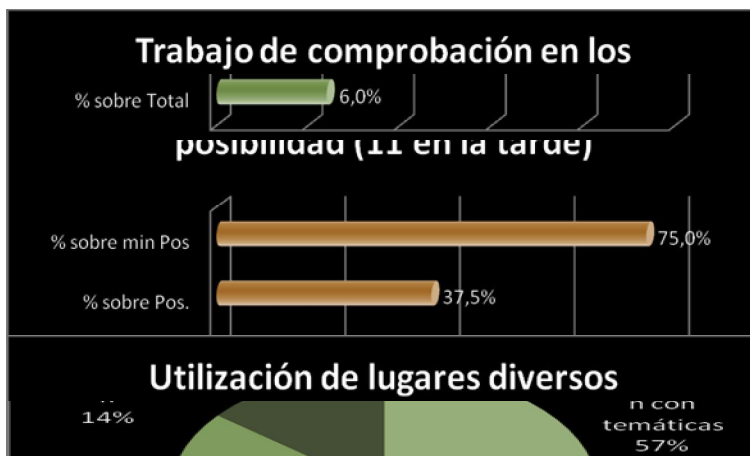
La gráfica de las respuestas es:



Se tomaron como base 40 semanas de clase y además se estandarizaron las sesiones de trabajo (clases) a dos por semana, sin tener en cuenta si son horas sencillas o bloques de dos horas. Se tiene entonces un total de 80 sesiones de trabajo posibles para el año.

Las respuestas dejan ver que:

- Por lo menos 17 docentes permitieron la comprobación experimental a sus estudiantes, 4 docentes nunca lo hicieron. El promedio de veces en que cada docente permitió dicha comprobación es de 4.8 en el año. Esto es el tan solo el 6% de utilización sobre el total posible (80 sesiones), el 12% sobre un promedio posible (40 sesiones que deberían llevar trabajo experimental) y el 24% sobre un mínimo de posibilidad (20 sesiones). Es algo así como pensar en que en el año se tienen 20 sesiones para realizar trabajo experimental y sólo se están usando 4.8 en promedio.
- Extrayendo los datos para uno de los docentes, quien trabajó en los grados undécimos de la tarde se tiene el siguiente gráfico de respuestas:



Haciendo el análisis de la misma forma se tiene que el número de ocasiones en que el docente permitió la comprobación fue de 15 en el año, esto es un 18.8% del total de 80 sesiones, un 37.5% de 40 posibles y un 75% de las 20 sesiones que como mínimo debieran llevar este tipo de trabajo. Claramente el resultado muestra unas grandes diferencias entre el general y el reporte del docente de undécimo en la tarde.

Los promedios de aplicación de la actividad experimental en general son muy bajos, de las 40 semanas de clase disponibles; se suponen unas 20 clases con trabajo experimental, de las cuales sólo se aprovecha el 24% de ese total. Un dato realmente bajo si se tiene en cuenta que se comparó con una referencia de 20 sesiones y no las 80 sesiones que en lo ideal deberían ser.

8.3.4 ¿Cuántas veces en el año usted orientó el manejo de algún instrumento concerniente al área impartida?

Siguiendo en el mismo orden de ideas que con la pregunta anterior, en esta se pretende verificar la utilización de uno de los tipos de trabajo experimental que más debe emplearse y es el relacionado con el uso de herramientas y elementos propios del área que se imparte. Los resultados para todos los docentes y para el docente de los undécimos de la tarde fueron:



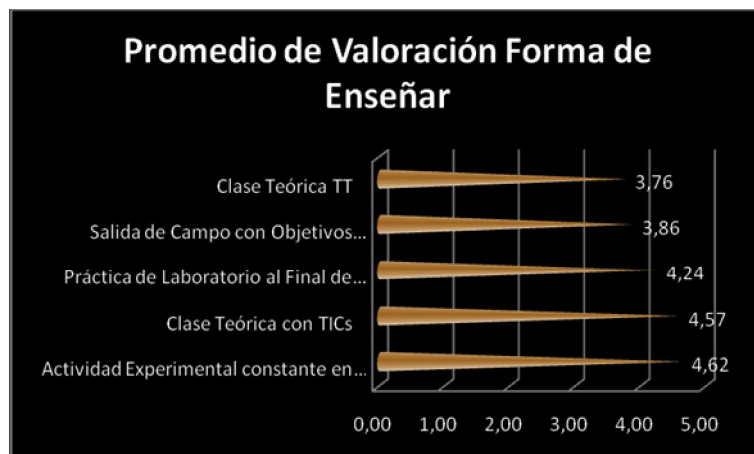
Para todos los docentes el promedio de ocasiones en el trabajo instrumental fue de 6, lo que equivale al 7.5% de las 80 sesiones totales, al 15% de las sesiones posibles y al 30% de las sesiones mínimas. Para el docente de los undécimos de la tarde el número fue de 15 y equivalen al 18.8%, al 37.5 y al 75% de las totales, posibles y mínimas respectivamente.

En general el número de ocasiones aprovechadas es muy bajo, teniendo en cuenta que el trabajo experimental debe ser desarrollado a la par del trabajo teórico y en constante aplicación.

8.3.5 Valore la eficacia de cada evento, según usted crea, a la hora de enseñar y aplicar el trabajo experimental.

La pregunta y sus respuestas permiten determinar qué tanta importancia le dan los docentes a diversas formas de enseñar la física y en general las ciencias naturales. Los resultados obtenidos se describen en lo subsiguiente:

- Como puede observarse en la gráfica (más abajo) las clases teóricas son las menos valoradas a la hora de enseñar los contenidos generales de las ciencias naturales (3.76 promedio). Le siguen las salidas de campo y las prácticas de laboratorio al final de un período de clases (3.86 y 4.24 en promedio respectivamente).



- Lo más interesante es encontrar en segundo lugar de importancia las clases teóricas apoyadas por las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), es al parecer bastante importante para los docentes – además del segundo lugar que obtiene – pues le califican en promedio con un 4.57. Contrasta eso sí este dato de tan alta importancia, con el hecho de que las clases con apoyo de dichas tecnologías en el Colegio de la U.P.B. no se evidencian – Sólo dos docentes reportan haber trabajado en la sala de sistemas por una ocasión y sólo tres haber utilizado el video para dichas clases – ver anexo 09.
- La actividad experimental constante en el salón de clase es calificada como la más importante, en el primer lugar y con un 4.62 de promedio. Este dato tampoco concuerda con la cantidad de veces que utilizan el salón de clases para desarrollar dichas actividades, si bien es cierto que un 80% de los docentes dice haberlo utilizado, la mayoría de ellos si lo hizo no pasó de dos o tres veces en todo el año.

8.4 ANÁLISIS CUALITATIVOS GENERALES

Luego de revisar las diversas encuestas tanto de entrada como de salida, así como las notas de clase, los diarios de campo y en general el proceso realizado durante la intervención pedagógica de la investigación, puede anotarse que son muy apreciables los efectos

positivos que el trabajo experimental⁴⁰ produce. Dicho trabajo de experimentación permite cambios en aspectos de la clase que son fundamentales, mejorando la didáctica de las mismas y acentuando el interés y la forma en que las estudiantes aprenden.

El problema de escasez de trabajo experimental es subsanado al planear, aplicar y evaluar una serie de actividades adecuadas al proceso pedagógico de la Institución y a los contenidos necesarios para los grupos de décimo y undécimo. No se trató entonces de rellenar las clases con experimentos o actividades que llamaran la atención, el proceso validado a través de los resultados y que contó con el apoyo constante de los docentes y directivos de la Institución fue adecuar una serie de prácticas de laboratorio y, especialmente, una cantidad importante de actividades experimentales cuyas características fueron ya expuestas con suficiencia en este trabajo. Es así como el trabajo experimental les permitió una demostración de lo que aprendían o les permitía el espacio para que lo comprobaran ellas mismas *“hay que demostrárselo o proporcionarle experiencias para que lo compruebe el mismo”*⁴¹

Evidentemente los grupos en los que se aplicó la intervención terminaron con un mayor nivel de interés por la física, con un mejoramiento sustancial de la comprensión y aplicación de conocimientos en dicha área. Adicionalmente se encuentra mucha concordancia en las afirmaciones de Carretero: *“Por tanto, parece importante que los contenidos científicos sean enseñados de manera conjunta con sus métodos...”*⁴² es así como se logró un fortalecimiento de otras capacidades en las estudiantes, entre las cuales se pueden mencionar el trabajo en equipo, la observación, la toma de datos, la participación en clase, la argumentación y la elaboración de cuestionamientos críticos y científicos, entre otras.

⁴⁰ Trabajo experimental: entendido como un conjunto de actividades constante, desarrolladas dentro y fuera del salón de clase, con la participación de las estudiantes y con el acompañamiento del docente, incluyendo las prácticas de laboratorio y que permite una aplicación abundante dentro del salón de clase.

⁴¹ CONSTRUIR Y ENSEÑAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. Carretero, Mario. Aique Grupo Editor S.A.. Buenos Aires Argentina. Primera Edición. Pág. 68.

⁴² CONSTRUIR Y ENSEÑAR LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES. Carretero, Mario. Aique Grupo Editor S.A.. Buenos Aires Argentina. Primera Edición. Pág. 68.

Las estudiantes claramente aprenden con mayor facilidad cuando se presentan actividades experimentales y las recuerdan mejor si éstas se dan en el salón de clase. El trabajo experimental con mayor resultado, en la mayoría de los casos, se realizó con elementos cotidianos, sencillos y en tiempos de intervención relativamente cortos. “Uno de los elementos fundamentales para lograr mayor atención del alumno a una asignatura cualquiera, es poder crearle una motivación que lo estimule en la búsqueda de información en cada tema...”⁴³

En cuanto a los docentes se dejó un grupo con interés e incluso dedicación para con este tipo de trabajo, se logró motivar a algunos de ellos para que iniciasen una apropiación más efectiva del trabajo experimental. En general se encuentra que los docentes realizan sus prácticas de laboratorio y saben de la importancia del trabajo experimental, pero aunque puede ser que conocen de las actividades experimentales no las utilizan y para los casos en que esto se da, no es generalizado para todos los docentes o para toda la Institución, como sí lo son las prácticas de laboratorio.

Existen también algunas diferencias entre la valoración de importancia que le dan los docentes al trabajo experimental y el trabajo que efectivamente se realiza en la Institución, al parecer ellos creen que algo es importante pero a la hora de planear y / o aplicar no son consecuentes con dichas creencias y realizan otras actividades diferentes a las que creen son más valiosas. Un caso específico son las clases con el apoyo de las TICs, son muy valoradas pero poco o nada aplicadas.

8.5 RECOMENDACIONES GENERALES

Es necesario cambiar la perspectiva de planeación del trabajo experimental, haciendo de dicha planeación algo más formal y sistemático. Revisar que desde la planeación se esté abarcando todas las temáticas o la mayoría de ellas, así como utilizando diversos tipos de

⁴³ TEMAS ESCOGIDOS DE LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA, Pemas, Colado. Los experimentos impactantes. Pág. 72.

trabajo experimental. Con ello se deberá buscar también que todos los docentes y, por ende, todos los grupos realicen las mismas actividades experimentales.

En el momento de desarrollar lo planeado, tanto docentes como directivas, deberán dar la importancia adecuada a la experimentación, evitando que el trabajo experimental esté compuesto sólo de dos o tres actividades fácilmente aplazables, las cuales se mueven o desarrollan si el tiempo alcanza. Para que se convierta en parte fundamental de las clases de física y sea respetado y apoyado todo el tiempo.

Se recomienda además realizar una evaluación constante del trabajo experimental en consonancia con el área de física, a través de las Unidades Académicas, con el fin de regular y mejorar la propuesta. Es de recordar que cada actividad del trabajo experimental debe ser revisada a través de algunos de los mecanismos descritos en la planeación. Debe buscarse entonces que el trabajo sea evaluado y retroalimentado con todos los actores de la enseñanza. Buscando que la Institución mejore en el montaje del trabajo experimental se hace entrega formal al Colegio de la U.P.B. del Manual o Compendio para el trabajo experimental en los grados décimo y undécimo.

Ver anexo 10 – Manual del Trabajo Experimental (documento impreso y empastado)

Es muy recomendable consignar e implementar los cambios necesarios y las mejoras propuestas hasta llegar a tener un consolidado de trabajo experimental que se imparta con relativa normalidad y del cual se pueda enriquecer el trabajo extracurricular de los estudiantes y docentes para eventos como la feria de la ciencia. Ello también puede traducirse en la formación de semilleros de investigación en física y otras áreas de las ciencias naturales.

Se recomienda la implementación de semilleros de investigación en física y en ciencias naturales buscando alimentar y fortalecer el trabajo científico de universidades como la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de Antioquia.

9. CONCLUSIONES

La investigación es una excelente forma de capacitar y probar los estudiantes en su proceso de formación, a través de la intervención pedagógica. Los resultados que se obtienen son muy buenos, en el caso de este trabajo se han encontrado referentes teóricos muy importantes, así como también es posible mencionar que dicho desarrollo ha permitido la creación de un sencillo compendio del trabajo experimental.

El trabajo experimental en definitiva no es un complemento de la teoría, no como un elemento aparte o disociado de ella, la experimentación es parte fundamental sino principal del asunto teórico en las clases de ciencias naturales. Si se desea enseñar adecuadamente en las ciencias naturales, especialmente la física, será necesario trabajar el experimento escolar con el fin de apoyar y orientar aún más los estudiantes a la verdadera concepción de una asignatura que es puramente experimental.

Los estudiantes precisan de un trabajo experimental pues con él se gana en la comprensión y refuerzo de los aspectos conceptuales, además se incrementa con este trabajo la atención y la motivación en el salón de clase. Es de vital importancia realizarlo pues también integra la física con las otras áreas de la enseñanza, además los estudiantes suelen aprender de forma directa o indirecta los modelos científicos, los procedimientos de experimentación y en general ciertas destrezas de los hombres de ciencias.

En cuanto a los docentes se obtienen cambios positivos en la concepción del trabajo experimental, hoy por hoy lo ven más sencillo de aplicar, con mayores posibilidades dentro y fuera del salón. El utilizar el trabajo experimental en las clases es todo un acierto pues los docentes obtienen resultados más evidenciables, una mejor preparación y también un mayor aporte a la manera en que explica y le entienden.

BIBLIOGRAFÍA

BARRÓN, José Eliseo. El Laboratorio Como Actividad Fundamental En La Enseñanza De La Física. Universidad de Sinaloa - España.

http://redexperimental.gob.mx/temas.php?id_eje=13. Febrero, marzo 2007

CARRETERO, Mario; Construir y enseñar las ciencias experimentales. Buenos Aires Argentina, Aique Grupo Editor S.A. 1996. 247 páginas.

COLEGIO UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. Filosofía Institucional. Consultado 20 de abril de 2007, 10:00 PM. <http://www.U.P.B..edu.co/portal/>.

COLEGIO UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA. El PEI, Referente conceptual y objetivos del PEI. Publicación del Colegio.

DOUGLAS, C.: *Algunos factores que influyen en la construcción de significados del lenguaje simbólico de la Física por los estudiantes de los primeros años de la carrera de ingeniería*. Tesis en opción del título de Master en Ciencias de la Educación Superior, CEPES, Universidad de La Habana, 1999. Documento de Internet. 15 páginas.

FEYNMAN, Richard P. ¿Qué es ciencia? Charla convención de profesores de ciencias, 1966. Documento en PDF Universidad de Antioquia. 11 páginas.

GIL PÉREZ, Daniel y otros. Enseñanza de las ciencias, ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. 1999.

GIL PÉREZ, Daniel y otros. Temas escogidos de la didáctica de la física. Varios artículos. La Habana, Cuba. Editorial Pueblo y Educación 1996. 122 páginas.

GIL PÉREZ, Daniel y otros. “Tendencias actuales en la enseñanza aprendizaje de la Física”, en *Temas escogidos de la didáctica de la Física*. La Habana Cuba, Editorial Pueblo y Educación.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Normas Colombianas para la presentación de trabajos de investigación. Segunda actualización. Santa Fe de Bogotá D.C.: ICONTEC, 2005. 126 páginas. NTC 1307, 1486, 1075, 1487, 1160, 1308, 4490.

LEY GENERAL DE EDUCACIÓN, Ley 115 de 1994. Febrero 8. Artículo 5° - Los fines de la Educación en Colombia.

UNESCO, 700 science experiments for everyone. Wendt, Gerald; New York, Doubleday 1962. 252 páginas.

UNESCO, Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Cómo Promover El Interés Por Una Cultura Científica. Chile, 2005. Documento en PDF. 478 páginas.

VILLASUSO y FRANCO, La enseñanza de la física. España, 2000.

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/teoria/A_Franco/Introduccion/fisica/fisica1.htm. 13 de Abril de 2007, 10:00 P.M.

WENDT, Gerald. 700 Experimentos de ciencia para todos. UNESCO. 1962, 252 páginas.

BIBLIOGRAFÍA PARA EL COMPENDIO
Actividades Para El Trabajo Experimental

BARONE LUIS ROBERTO, jugando con la ciencia. Editorial Cultural Nacional. Santafé de Bogotá, 2004.

BARRETO, SANDRA. Ciencia experimental 10. Santafé de Bogotá, grupo editorial Educar. 2005.

BARRETO, SANDRA. Ciencia experimental 11. Santafé de Bogotá, grupo editorial Educar. 2005.

BAUTISTA B. Mauricio, Romero P. Bertha. Física I Santillana. Editorial: Santillana, Bogotá 2005.

BECHARA BEATRIZ, BAUTISTA MAURICIO, Fisica 10. Editorial Santillana. Santafé de Bogotá, Colombia. 1995.

CARRETERO, Mario; Construir y enseñar las ciencias experimentales. Buenos Aires Argentina, Aique Grupo Editor S.A. 1996. 247 páginas.

CASTAÑEDA Heriberto. Hola Física 10º grado. Editorial: Susaeta, Envigado 1991.

CHERSI, TULLIO. Experiencia con los grandes científicos, Descubramos nuestro mundo. España. Ediciones Montesana S.A, 1982.

INTERACTIVEPHYSICS, Demo en disco compacto, www.interactivephysics.com.

MICHEL VALERO, Física fundamental 1. Santafé de Bogotá. Grupo editorial Norma, 1982.

PAM ROBSON, Taller de ciencia, electricidad. Gran Bretaña. Ediciones Monte Verde, 1992.

SEAR, Francis; ZEMANSKY, Mark. Física General. 5 Edición. Madrid: Aguilar S.A, 1.981

VILLASUSO y FRANCO, La enseñanza de la física. España, 2000.

WENDT, Gerald. 700 Experimentos de ciencia para todos. UNESCO. 1962, 252 páginas.