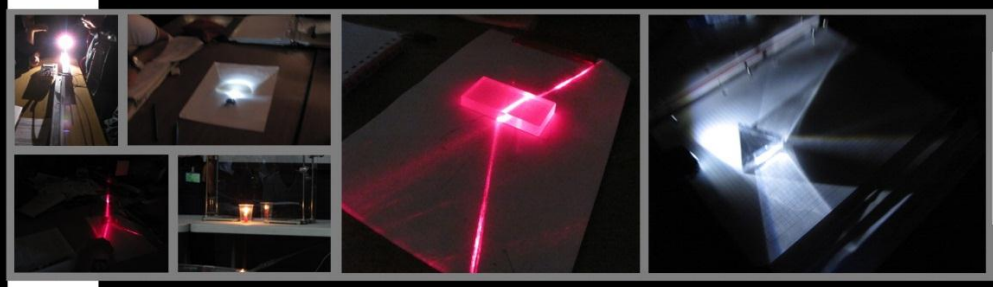


ESTUDIO DEL IMPACTO DIDACTICO DE LA METODOLOGIA

APRENDIZAJE ACTIVO EN LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA

Active Learning in Optics and Photonics Workshop

ALOP Medellin 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

ESTUDIO DEL IMPACTO DIDÁCTICO DE LA METODOLOGÍA "APRENDIZAJE ACTIVO" EN LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA

Tesis de grado para optar al título de
Magíster en Enseñanza de la Ciencia

Presentada por: Diana Patricia Vergara Marin
dipavema@gmail.com

Director: Dr.rer.nat. Román Castañeda
Profesor Titular – Escuela de Física

Medellín, Enero de 2012

RESUMEN:

En la indagación de estrategias metodológicas pertinentes en la enseñanza de la Física en Educación Media, se busca promover el interés por la ciencia y su estudio con actividades experimentales, para superar la precariedad de las conexiones entre conceptos, representaciones formales y el mundo real, evidentes en la instrucción tradicional.
Me encuentro con la oportunidad de participar en el proyecto “ALOP (Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica).de la UNESCO en Medellín 2011”. Orientado a beneficiar el estudio de la óptica desde un proceso pedagógico pertinente, con materiales de fácil reproducción.
Como fuente de conocimiento y forma de razonamiento con un estilo de enseñanza innovadora, que parte de lo que el estudiante ya sabe; compartiendo la responsabilidad de éxito o fracaso con el profesor.
Continuando con la indagación y apropiación de los principios de aprendizaje activo, se hace la aplicación de “ALOP” con estudiante de grado undécimo. Logrando reconocer cualidades, como los valores de la crítica, la coherencia, el dialogo constructivo, la comunicación, disposición la cooperación y la voluntad de saber. Enfrentando conflictos cognitivos, sustentando razones, entre otros. Partiendo de experiencias reales y auténticas.

PALABRAS CLAVES:

Cambio metodológico- Aprendizaje Activo Principios_ óptica – ALOP – _´
ALOP (Active Learning in Optics and Photonics)

ABSTRACT:

In the investigation of relevant methodological strategies in the Physics teaching in Secondary school, seeks to promote interest in science and study with experimental activities, to overcome the weakness of the connections among concepts, formal representations and the real world, evidenced in traditional instruction.
I find the opportunity to participate in the “ALOP project (Active Learning in Optics and Photonics). Of UNESCO in Medellín 2011”; Designed to benefit the study of optics from a relevant pedagogical process with readily reproducible materials. As a source of knowledge and a form of reasoning with an innovative teaching style, which starts in what the student already knows, sharing responsibility of success or failure with the teacher.

Continuing with the investigation and appropriation of the principles of active learning is the application of “ALOP” with the eleventh grade student. Achieving to recognize qualities such as critical values, coherence, constructive dialogue, communication, cooperation and willingness to learn. facing cognitive conflicts, supporting reasons, among others. Based on real and genuine experiences.

KEYWORDS:

Methodological change, Active Learning, Principles, Optic, ALOP (Active Learning in Optics and Photonics)

DEDICATORIA

A mi tesoro y fortaleza, mi familia.

Mi esposo e hijos, por su ayuda para materializar este proyecto.

Muy especialmente a….. Doña Rosa.

Por su apoyo, comprensión y respaldo incondicional.

…por último a mi padre, por sus sabios consejos y

su ejemplo de vida, que a pesar de los años sigo extrañando

Con todo mi amor.

Diana.

AGRADECIMIENTOS

Haciendo un reconocimiento a las Instituciones que contribuyeron a cualificar mi formación Académica en esta maestría, manifiesto mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín y el apoyo brindado por su Facultad de Ciencias.

A la Institución Educativa CEFA y sus directivas por facilitar sus instalaciones y los espacios en el transcurso de la realización de este trabajo, así como los tiempos requeridos en mi proceso de formación.

Mi gratitud muy especial para el Director de este proyecto el profesor titular de la escuela de Física Román Castañeda por su valiosa orientación y la gran oportunidad de compartir su saber.

Agradezco también a las estudiantes de 11 Ciencias Químicas 2011, de la Institución Educativa CEFA, por su disponibilidad para participar en este proyecto y a la compañera a cargo del curso, la Doctora Luz Stella Mejía, por sus valiosos comentarios académicos. A mis compañeros de trabajo, colegas y las demás personas que hicieron posible la culminación de esta monografía.

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1: Ciclo Didáctico	18
Figura 2.2: Mapa conceptual Pre-Test	19
Figura 2.3: Mapa Conceptual : Guía de Actividades Hojas de Trabajo	20
Figura 2.4: Mapa Conceptual Actividad Reflexiva.	21
Figura 2.5: Mapa Conceptual Trabajo en pequeños grupos colaborativos	22
Figura 2.6: Mapa Conceptual Socialización y Chequeo.	23
Figura 2.7: Mapa Conceptual Aplicación Post-test	24
Figura 2.8: Mapa Conceptual Roles y Responsabilidades	27
Figura 3.1. predicciones	34
Figura 3.2: Momentos del ambiente de aprendizaje	35
Figura 3.3: El trabajo de los facilitadores	36
Figura 4.1: Representaciones de la trayectoria de un rayo de láser.	44
Figura 4.2: Representación creativa de la trayectoria de un rayo de láser	44
Figura 4.3: Momentos del ambiente de aprendizaje	44
Figura 4.4: Valoración de recursos y materiales.	49
Figura 4.5: Valoración de la claridad de las guías de trabajo	50
Figura 4.6: Valoración contenidos y actividades realizadas	51
Figura 4.7: Valoración. Interés por la óptica	52
Figura 4.8: Valoración. Conocimiento de la óptica	53
Figura 4.9: Valoración. Mil puntos de luz.	54
Figura 4.10: Valoración. Intensidad de la luz de una fuente puntual.	54
Figura 4.11: Valoración. Rayos de luz divergentes y paralelos	54
Figura 4.12: Valoración. Comprendiendo la luz mediante rayos.	54
Figura 4.13: Valoración. Investigación. Leyes de la reflexión y la refracción	55
Figura 4.14: Valoración. Refraccion, dispersiony el arco iris.	55
Figura 4.15: Valoración, investigación. Cómo se formanlas imágenes con lente	55
Figura 4.16: Valoración, Actividades experimentales similares.	56
Figura 4.17: Valoración, actividades experimentales similares	58
Figura 4.18: Valoración del Material didáctico utilizado.	60
Figura 4.19: Contraste del porcentaje de aciertos entre Pre-test y Post-test	65
Figura 4.20: Contraste del porcentaje de error entre Pre-test y Post-test	65

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 3.1: Programa del Taller ALOP – Medellín 2011	33
Tabla 4.1: Proyección de los temas y actividades	41
Tabla 4.2: Investigaciones y actividades realizadas	43
Tabla 4.3: Resultados evaluación conceptual de luz y óptica	47
Tabla 4.4: Recursos y Materiales	49
Tabla 4.5: Claridad de las guías de trabajo	50
Tabla 4.6. Contenido y actividades realizadas	51
Tabla 4.7: Interés por la óptica	51
Tabla 4.8: Conocimiento de la óptica	53
Tabla 4.9: Mil puntos de luz	54
Tabla 4.10: Intensidad de la luz de una fuente puntual	54
Tabla 4.11: Rayos de luz divergentes y paralelos	54
Tabla 4.12: Comprendiendo la luz mediante rayos	54
Tabla 4.13: Leyes de la reflexión y la refracción	55
Tabla 4.14: Refracción, dispersión el arco iris	55
Tabla 4.15: Como se forman las imágenes con lentes	55
Tabla 4.16: Actividades experimentales similares	56
Tabla 4.17: Actividades experimentales similares	58
Tabla 4.18: Material didáctico utilizado	60

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
CAPITULO 1	**7**
1.1 Introducción	7
1.2 Acerca del problema de estudio	12
CAPITULO 2	**16**
2.1 Principios fundamentales	16
2.1.1 Principio constructivista	16
2.1.2 Principio contextual	16
2.1.3 Principio de cambio	16
2.1.4 Principio de la función de distribución	17
2.1.5 Principio de aprendizaje social	17
2.2 Secuencia didáctica	18
2.2.1 Aplicación pre-test	18
2.2.2 Guías de actividades, hojas de trabajo	19
2.2.3 Actividad reflexiva	20
2.2.4 Trabajo en pequeños grupos colaborativos	21
2.2.5 Socialización y chequeo	22
2.2.6 aplicación post-test	23
2.3 Roles y responsabilidades	24
2.3.1 Facilitador	24
2.3.2 Participante	25
2.4 ideas nuevas con ideas pre-existentes	27
CAPITULO 3	**31**
TALLER DE APRENDIZAJE ACTIVO DE OPTICA Y FOTONICA ALOP	
CAPITULO 4	**40**
ANALISIS PEDAGOGICO Y DIDACTICO DEL APRENDIZAJE ACTIVO	
4.1 Relatos de clase	40
4.2 En relación con lo encontrado en el pre-test y pos-test	47
4.3 Sobre la encuesta	49
4.4 La clase Magistral y tradicional en la enseñanza de la óptica	63
4.5 Sobre el aprendizaje de la óptica	
5. SÍNTESIS Y PERSPECTIVAS	**71**

6. BIBLIOGRAFIA **74**

7. ANEXOS **77**

CAPITULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

En mi experiencia como estudiante de educación secundaria no recuerdo haber asistido al laboratorio o que el profesor ilustrara de manera experimental algún fenómeno. La clase era excesivamente teórica y “la práctica” consistía en la resolución de numerosos ejercicios de lápiz y papel.

Hoy, como docente de educación media en instituciones oficiales de Medellín, he observado que el cambio ha sido mínimo. El actual profesor de física es retado a superar situaciones adversas. En ocasiones, la Institución no cuenta con las instalaciones adecuadas para un laboratorio; otras veces, sí tiene laboratorio pero no se tiene el conocimiento para manipular sus dispositivos o recursos; otras, la institución cuenta con laboratorio, pero él se abstiene de usarlos porque debe asumir responsabilidades económicas por posibles daños, de acuerdo con las políticas de sus jefes inmediatos y, en otros casos, son los grupos numerosos los que entorpecen el control de la actividad enmarcada en la práctica de laboratorio. Todo esto, sin mencionar la poca intensidad horaria asignada por las instituciones para esta área, eximiendo a los estudiantes de horas suficientes para abordar con amplitud las temáticas y programar las prácticas necesarias para el desarrollo de competencias específicas.

Como consecuencia de estas situaciones, se observa una separación entre el conocimiento conceptual y el procedimental. Es decir, se distancia la ciencia de su objeto de estudio; se desprecia la curiosidad y la imaginación de los jóvenes y el aprendizaje de la física se torna aún más difícil.

Como la física derriba con frecuencia las percepciones engañosas de nuestros sentidos, divergiendo del sentido común, requiere necesariamente de la comprobación mediante la experiencia. Por eso, la aproximación al aprendizaje activo puede resultar mucho más efectiva que la instrucción tradicional.

Una metodología de aprendizaje activo demanda un cambio de rol del estudiante dado que se parte de un estado inicial de conocimientos, se indaga mediante un pre-test, se propicia la contratación de hipótesis y las capacidades de generalizar e inferir facilitando la comprensión de conceptos y teorías. De esta manera se favorecen actividades que permitan enfrentarlo a recoger e interpretar resultados para tomar decisiones que le posibilitan, consecuentemente, la apropiación de nuevas ideas. *"Es claro que siguiendo metodologías de enseñanza que favorecen el aprendizaje activo, se obtienen niveles de logro claramente superiores a los de las clases tradicionales, aun cuando estas últimas sean llevadas a cabo por experimentados profesores y con alumnos más avanzados" [Benegas, 2007]*

Ahora bien, intentando superar la serie de adversidades mencionadas anteriormente para resolver mi inquietud de ¿Cómo los estudiantes aprenden física adecuadamente? y, en particular, para determinar acciones idóneas que permitan modificar la comprensión de los conceptos de la óptica en grado undécimo de enseñanza media, se llega a la necesidad de implementar un cambio metodológico que promueva el interés por la ciencia y su estudio, así como la adopción de un auténtico proceso de formación, que incluya actividades experimentales relacionadas con las construcciones conceptuales, con material de bajo costo y en condiciones controladas; un proceso que se asuma como una experiencia curricular detonante de motivación por estar acompañada del trabajo de los estudiantes y por ser tenidas en cuenta sus consideraciones para establecer relaciones.

De este modo, se atendería a las recomendaciones que hace la UNESCO a través del proyecto ALOP (Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica). Desde allí se advierte que: *"Entre las principales deficiencias del proceso de enseñanza-aprendizaje de la física en la escuela media están: la falta de motivación e interés de los estudiantes, la poca realización de actividades prácticas y el vínculo insuficiente de los temas tratados con la vida cotidiana". [Lunazzi, Magalhães, Igrejas y Serra, 2010].* Por eso, ha organizado un manual de entrenamiento, donde se propone un trabajo experimental que estimula la curiosidad y la motivación.

Es claro que el abordaje de la óptica desde un proceso pedagógico de aprendizaje activo resulta pertinente porque, como lo describe el manual de ALOP, *"En la actualidad se considera la óptica como una ciencia para hacer, pues es básica para el desarrollo de la alta tecnología. De modo que mejorando su educación, se contribuya para sustentar una emergente industrialización de países en desarrollo".*

La óptica es un campo valioso para el trabajo dentro del aula de clase ya que son muchas las experiencias que se podrían plantear. Además, es una rama de la física atractiva para los jóvenes, les genera entusiasmo, les despierta curiosidad y los motiva para la construcción de nuevos saberes.

En este contexto, se ha asumido el siguiente problema de investigación:

¿Es posible mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de la Óptica en la educación media, a partir de la puesta en escena del trabajo experimental y estrategias de aprendizaje activo propuestas por el proyecto "ALOP"?

El **Objetivo** va dirigido a evaluar el impacto didáctico de la metodología de aprendizaje activo en la enseñanza de la óptica en Educación Media, a través de:

- El estudio del aprendizaje activo mediante la revisión bibliográfica y la participación en el Taller de Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica "ALOP Medellín 2011".

- La aplicación de la metodología de Aprendizaje Activo en la enseñanza de la óptica, en un grupo de grado undécimo en la Institución Educativa "CEFA", para compararla con el currículo oficial y otras metodologías.

A partir del problema científico, así como del objeto y el objetivo de la investigación, se precisa como campo de acción la dinámica del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el nivel de Educación media vocacional, con las siguientes tareas:

1 Apropiación y estudio del aprendizaje activo de óptica.

2 Participación en el taller de ALOP y elaboración de un resumen comentado.

3 Aplicación de “ALOP” en el “CEFA”.

Este estudio trata, entonces, sobre la estrategia de aprendizaje activo aplicado a un grupo de 31 estudiantes de la Institución Educativa Centro Formativo de Antioquia, la cual es de carácter oficial, “centra sus actividades en la formación de la mujer, en la Educación Media, donde se integra la acción académica y la formación en valores, para dar respuesta a las necesidades que el medio social y el desarrollo científico exigen”[1]. Específicamente, se elige un grupo de la modalidad de Ciencias Químicas, por su particular intensidad horaria de cuatro clases a la semana, cada una de 55 minutos, y se le aplica inicialmente una sección de la evaluación “LOCE”, propuesta en el manual de entrenamiento a manera de pre-test. A continuación se llevaron a cabo las siguientes actividades del Módulo 1 únicamente:

No.	**Investigación**
1	Mil puntos de luz
2	Comprendiendo la luz mediante rayos
3	Leyes de la reflexión y de la refacción
5	Refracción, dispersión, reflexión interna total y el arco iris
6	¿Cómo se forman imágenes con lentes?
	Trucos mágicos con óptica

Se aplica luego la sección de la evaluación “LOCE” como post-test y finalmente se realiza una encuesta de satisfacción.

Para establecer las circunstancias del aprendizaje de la Física y para documentar los resultados obtenidos en su aplicación en el proceso, se utilizan los relatos de clase y la Estadística Descriptiva mediante gráficos y tablas para el análisis de los resultados.

[1] Filosofia “CEFA”

1.2 ACERCA DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Haciendo una revisión de la literatura existente en torno a la didáctica de la física, se encuentran investigaciones como la de Julio Benegas, *Tutoriales para Física Introductoria: una Experiencia Exitosa de Aprendizaje Activo de la Física*, en la que el autor señala seis generalizaciones sobre el aprendizaje. Una de ellas es: "*Para evaluar el aprendizaje son esenciales preguntas que requieran de un razonamiento cualitativo y de explicaciones verbales. Este tipo de preguntas constituyen a su vez una estrategia efectiva para el aprendizaje*". La importancia de esta divulgación se evidencia en la doble información de la pregunta, puesto que son consideradas las ideas previas de los estudiantes, sus concepciones alternativas, a la vez que se estimula la búsqueda de buenas prácticas de enseñanza.

Igualmente, el proyecto ALOP de la UNESCO intenta mostrar el impacto didáctico de la metodología del aprendizaje activo como fuente de conocimiento y forma de razonamiento. Para ello, ha creado talleres innovadores para la enseñanza de la óptica, dirigidos a maestros de países en vía de desarrollo. Propone un método de aprendizaje activo donde se guía al estudiante en un proceso de auto aprendizaje con un trabajo experimental, test y ejercicios cuidadosamente diseñados, con equipos fáciles de reproducir. Los estudiantes trabajan en grupos donde el intercambio de ideas genera discusión.

En el ámbito colombiano, la actividad experimental se sigue reduciendo a las clásicas perspectivas inductiva y deductiva. Todavía se concibe tal actividad como contrapuesta a la teorización y construcción conceptual. Se asume el papel del experimento como un simple recurso didáctico. En caso eventual, como explicación misma de los fenómenos. En *el papel del experimento en la construcción del conocimiento físico. Elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física*, se observa que es un reto superar dificultades como esta. Entre algunas investigaciones como la de Watson y Dillon se puede considerar como: *"Han puesto de manifiesto que, a pesar de los numerosos estudios sobre la importancia de la experimentación en la enseñanza de la física, aún no se han logrado superar dificultades importantes en este aspecto. De*

*forma particular, se ha encontrado que el trabajo práctico tiene poco impacto en la comprensión del estudiante, que es difícil constatar la utilidad del trabajo de laboratorio hacia la meta de aprender conceptos científicos naturales y las correspondientes estrategias epistemológicas utilizadas por quienes realizan tales explicaciones" [*Medina y Tarazona, 2011].

En contraposición, se halla la investigación de Carlos Alejandro Alfonso [Alejandro, 2004] que analiza cómo las prácticas de laboratorio privilegian el desarrollo de destrezas básicas y herramientas de la física, el tratamiento de los datos y los análisis de resultados y las conclusiones como proceso para ordenar la información en la adquisición de conceptos básicos.

Aunque no es imposible, es una tarea que tiene variados aspectos en contra. Por esta misma razón, resulta un desafío muy provocador hallar estrategias metodológicas, pertinentes y adecuadas que ayuden a concebir un proceso que permita superar las condiciones adversas presentadas en la enseñanza-aprendizaje de la física.

En el estudio llevado a cabo por Islas y Pesa, referente a la estrategia de enseñanza como un componente metodológico; manifiestan; "Subráyese que en la actualidad y como consecuencia del desarrollo del conocimiento en didáctica de las ciencias, la enseñanza como problema didáctico parece haber superado los propósitos habituales referidos a la criticada transmisión verbal de contenidos curriculares. Desde las elaboraciones acerca del concepto epistemológico de modelo científico, este problema se está centrando en la intencionalidad de que los estudiantes se sumerjan en la dinámica de esta problemática didáctica. La nueva didáctica de las ciencias se halla elaborando otro sentido de la enseñanza" [Gallego, 2004]

Es tan obvio que la enseñanza está en un momento histórico de transición, que los maestros tendemos a enseñar del mismo modo que nos enseñaron pero, al mismo tiempo, sabemos que hay una latente necesidad de cambiar las estrategias, la metodología y las actividades. Es decir, los docentes están en la misma tónica de encontrar un nuevo sentido a su labor en el aula de clase.

Para nadie es un secreto que los estudiantes se muestran desinteresados frente al conocimiento científico y los maestros están preocupados por no conseguir interesarlos. Dentro de las instituciones oficiales de Medellín se encuentra un alto porcentaje de estudiantes con variadas circunstancias y realidades difíciles, totalmente desmotivados. En tanto que los maestros se quejan con reiterada frecuencia por esa apatía estudiantil que no logran alejar, a pesar de valiosos esfuerzos en la programación de actividades y estrategias… (Modo ineficiente de instrucción)

Urge, entonces, la necesidad de implementar adecuados canales de comunicación para establecer qué es lo que el aprendiz sabe y desea saber para, consecuentemente, continuar con el proceso adecuado de aprendizaje. En pedagogía, la intuición que tienen los estudiantes acerca del funcionamiento del mundo físico o real, pero que se contraponen a los conceptos aceptados de la física, se le da el nombre de ideas alternativas. Como afirma McDermott: *"Las concepciones alternativas constituyen una red de creencias, verdaderas teorías alternativas, que se contraponen a las estructuras científicas aceptadas, y que por lo tanto se constituyen en importantes barreras u obstáculos para el aprendizaje"* [Benegas, 2007]. Además, "*se comenzó con una aproximación diferente, poniendo esta vez al estudiante y a su proceso de aprendizaje en el centro del proceso de enseñanza. Se comprendió que el estudiante debía construir su propio proceso de aprendizaje, partiendo de un estado inicial de conocimientos proveniente de sus experiencias de vida, el cual debe ser modificado por la instrucción para llegar al estado final deseado de comprensión de la disciplina*" [Barbosa, 2008].

En la literatura y diferentes investigaciones en educación de la física, se señala persistentemente el cambio de las clases expositivas por aquellas donde el protagonista de las clases sea el estudiante, procesando información que le permita construir patrones de asociación. Se sugiere programar actividades con oportunidades para que los alumnos puedan participar y ver situaciones reales, además de apoyar la interacción entre pares a través del trabajo en pequeños grupos (principio de aprendizaje social). Así podrán expresar sus razonamientos desde sus ideas alternativas, generándoles

conflictos y reflexiones que consigan beneficiar la discusión entre ellos y con el profesor. Este es un modo de favorecer el conocimiento científico.

En esta situación el docente debe ser supremamente cauteloso para actuar con paciencia y así poder vencer la tentación de dar las soluciones a las preguntas. De igual forma, debe ser astuto para inducir la discusión observando atentamente a sus estudiantes para ser preciso en las ayudas que debe ofrecerles para que avancen y obtener los logros planteados previamente.

Por otro lado, desde los lineamientos curriculares en ciencias naturales se hace énfasis en los conocimientos que traen los estudiantes desde su realidad y del mundo de la vida. De ahí debe partir el maestro para orientar el conocimiento científico construyendo preguntas pertinentes acerca de la naturaleza para formar las razones que permitan verificar si se comporta de acuerdo con estas ideas preconcebidas.

La finalidad central de una buena formación en ciencias es proveer soluciones exitosas a problemas desconocidos. El desarrollo del pensamiento científico como herramienta clave para desempeñarse con éxito en un mundo saturado de ciencia y tecnología. Daniel Gil Pérez y Miguel Guzmán proponen el trabajo de laboratorio como eje central de la renovación de la enseñanza de las ciencias.

Con todo lo anterior resulta valioso estudiar el manual de entrenamiento de aprendizaje activo de óptica y fotónica (ALOP) por cuanto surge de la necesidad de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias en diferentes países. También, porque en forma generalizada no se cuenta con *“profesores bien entrenados, material didáctico adecuado y equipamiento científico más básico”* [Sokoloff, 2006]. Y por último, porque propone orientaciones claras, precisas y contundente, similares a las sugeridas en los lineamientos curriculares.

El aprendizaje activo es una propuesta que puede ser complementada con otras estrategias didácticas, como el ciclo didáctico por ejemplo. Esta metodología reinventa la enseñanza como proceso de investigación dirigido, calculado desde problemas auténticos, significativos e interesantes para los estudiantes. Por lo que además, concibe al estudiante como constructor de explicaciones involucrado en un proceso de

orden epistémico, que parte de una pregunta central; busca nuevos modelos explicativos, procedimientos y actitudes; estructura nuevos conocimientos conceptuales, metodológicos y actitudinales; aplica conocimientos a nuevas situaciones problemáticas e indaga ideas alternativas.

Obsérvese cómo las recomendaciones de los lineamientos curriculares, los principios del aprendizaje activo y el ciclo didáctico proponen estrategias semejantes. Entre las ya mencionadas se encuentran el pre- test y post- test; recomendados como indagación de ideas previas y el aprendizaje de conceptos, respectivamente.

CAPITULO 2

2.1 PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Los métodos de enseñanza activa sitúan al estudiante como el actor principal en el proceso de construcción de su propio conocimiento. Tratan de buscar un equilibrio entre las experiencias dirigidas, las actividades del grupo, el trabajo de pequeños equipos y el compromiso individual. Siempre con la intención de renovar el aprendizaje desde cualquier situación de la vida real.

Esos métodos tienen su fundamento teórico en cinco principios básicos, planteados por Redish en 1999 [Benegas, 2007]. Según diversos autores de la enseñanza de la física como ciencia, ellos se evidencian claramente en la aplicación del aprendizaje activo.

2.1.1 Principio constructivista

Cada persona debe aprender por sí misma. El aprendiz usa sus experiencias para construir sus estructuras mentales, a partir de patrones de asociación con ideas alternativas; como una actividad próxima a una investigación realizada por novatos y bajo la dirección de un experto.

2.1.2 Principio contextual

La construcción individual depende del contexto en que se desenvuelve y de los estados mentales de cada persona.

2.1.3 Principio de cambio

Entre los alumnos existen diferencias en la forma de apropiarse de la realidad, las cuales suponen distintas estrategias de enseñanza. Esta apropiación puede ser

facilitada por una variedad de metodologías: exposiciones cortas, experimentos, predicciones, observaciones, debates, entre otras.

2.1.4 Principio de la función de distribución

Los estudiantes muestran una limitada pero significativa variación en los estilos de aprendizaje, en sus diferentes dimensiones.

2.1.5 Principio de aprendizaje social

Además de ser un proceso individual, el aprendizaje es un proceso social. El trabajo en grupo promueve interacciones, acuerdos y consensos; al tiempo que estimula el pensamiento crítico y reflexivo.

2.2 SECUENCIA DIDÁCTICA

La Figura 2.1 ilustra el ciclo didáctico del aprendizaje activo en una representación secuencial de los diferentes momentos del proceso, los cuales se explican detalladamente más adelante.

Figura 2.1 Ciclo Didáctico.

2.2.1 Aplicación de pre-test

El pre-test cumple una doble función. Por un lado, advierte temas de estudio para los educandos porque permite analizar necesidades y por el otro, informa a los maestros en torno a problemas y dificultades de aprendizaje porque facilita la observación de los procesos que se están llevando a cabo. Esta doble función se ilustra en la Figura 2.2, que representa el mapa conceptual del pre-test. Cada una de las funciones se muestra como una rama del mapa conceptual.

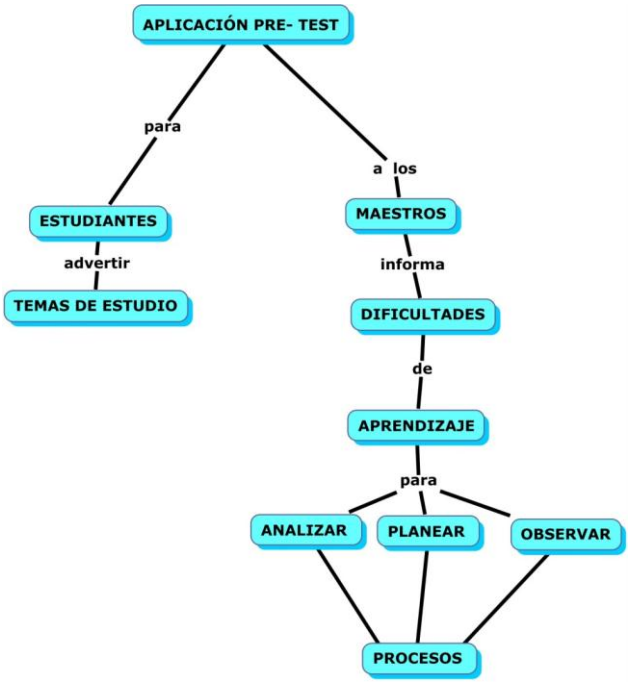


Figura 2.2 Mapa conceptual Pre-Test

2.2.2 Guías de actividades, hojas de trabajo

Por su diseño, estas guías generan un ambiente didáctico muy controlado y fomentan un trabajo continuo, con suficientes oportunidades para adelantar diversas reflexiones. Contienen una serie de actividades, meditadas a partir de problemas prácticos presentados en forma de mini textos o ilustraciones de montajes, que establecen conexiones entre eventos corrientes y fenómenos diarios. Además, incluyen una serie de preguntas y predicciones que requieren razonamiento cualitativo y explicaciones verbales. En el caso de ALOP, dicha Guía es el manual de entrenamiento. En la Figura 2.3. Se puede observar un mapa conceptual de esta etapa con sus aspectos más importantes.

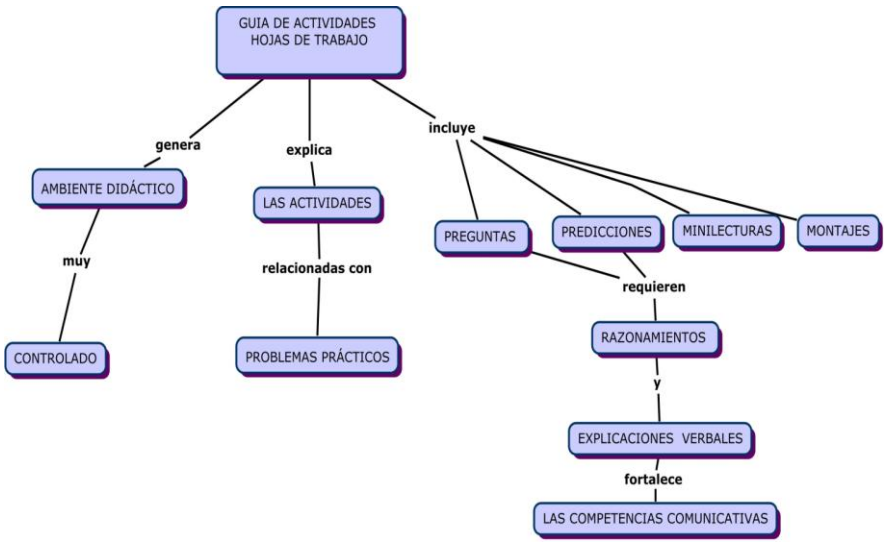


Figura 2.3 Mapa Conceptual: Guía de Actividades Hojas de Trabajo

2.2.3 Actividad reflexiva

Es utilizada como herramienta para generar motivación, asombro en los estudiantes y debe considerarse en diferentes momentos: antes, durante y después de la actividad experimental. La actividad reflexiva permite una comprensión más profunda de los contenidos, favorece la participación y el uso del lenguaje para dar sentido a las experiencias, y estimula los procesos de adquisición y construcción de conocimiento, “toda vez que el estudiante dedica su tiempo prioritariamente a intentar que sus ideas funcionen” [Salemi, 2007]. Igualmente, induce el conocimiento de la física con tres tipos de representaciones, a saber: simbólicas, icónicas y mediante lenguaje matemático. Cuando se recurre a los símbolos para interpretar la realidad; las imágenes, fotografías, dibujos, representaciones perceptivo visuales y se involucra expresiones abstractas como fórmulas y ecuaciones. Respectivamente se admiten como necesarios en el proceso de construcción del conocimiento científico.

Se realiza mediante sesiones de preguntas e intercambios hablados, la vinculación de hechos relevantes y el esfuerzo personal para hacer las predicciones individuales reconociendo las ideas propias, escribiendo y expresando lo que comprende o interpreta, según sus percepciones acerca del mundo real. Todas las sesiones generan

nuevas respuestas, producto de la escucha de las diversas posiciones de los compañeros, sus procesos de asociación y la capacidad de síntesis.

En la Figura 2.4 se hace una recopilación de la Actividad Reflexiva.

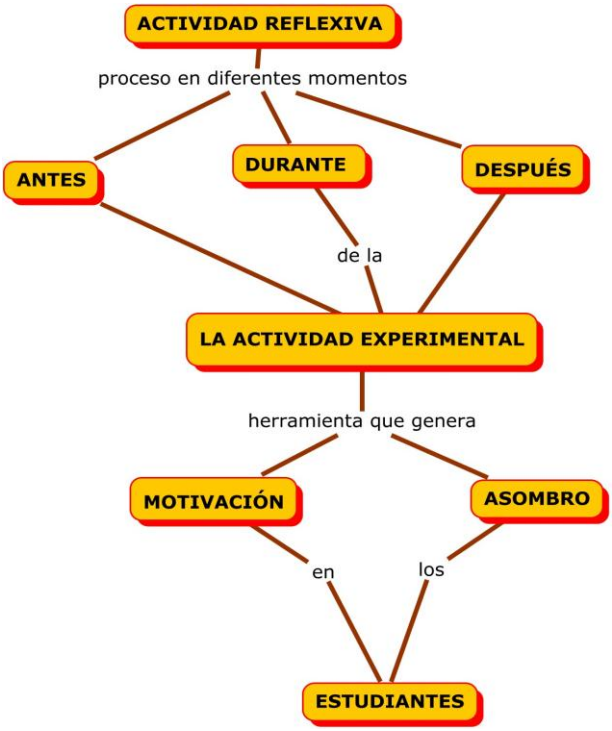


Figura 2.4 Mapa Conceptual Actividad Reflexiva.

2.2.4 Trabajo en pequeños grupos colaborativos

El trabajo se realiza en grupos de tres o cuatro estudiantes con el fin de desarrollar actividades que confronten sus concepciones alternativas con el resultado de diversas experiencias. El trabajo está encaminado a la creación de una nueva respuesta mediante procesos de asociación, resolución de inconsistencias y capacidad de síntesis. Es decir, éste culmina con la germinación del conocimiento científico del tema tratado. En el caso de ALOP correspondería a las mesas de trabajo.

A través de este proceso, se estimulan las competencias comunicativas puesto que se propicia el desarrollo de habilidades orales para explicar la labor realizada y se requiere

escuchar las respuestas de compañeros. Así mismo, se facilitan aclaraciones de malos entendidos entre estudiantes, se beneficia a los chicos y chicas más lentos por intervención de los más aventajados y se alcanza un progreso mayor en las tareas.
La Figura 2.5 explica en síntesis, el trabajo en pequeños grupos colaborativos.

Figura 2.5 Mapa Conceptual Trabajo en pequeños grupos colaborativos.

2.2.5 Socialización y chequeo

Este es un momento muy importante para el maestro, por cuanto es él quien debe liderar y motivar la participación de los educandos, demostrando interés por lo que ellos quieren expresar. Debe estar suspicazmente preparado para devolver las preguntas a sus estudiantes, determinando cuando escuchar o intervenir. Puede elegir a quienes están desempeñándose adecuadamente y/o a aquellos que participan poco para verificar los avances y la comprensión.

La discusión ha de ser guiada con mucha cautela, siguiendo las ideas alternativas de los estudiantes para inducirlos a la negociación mutua de significados e introducir, en forma sutil pero precisa, los términos apropiados. Esto con el propósito de generar la transformación de sus discursos y conceptos abordados. Finalmente, se analizan las diferentes situaciones para ofrecer, de manera inmediata, las alternativas urgidas por los jóvenes para avanzar y alcanzar los resultados deseados. La riqueza de este momento en el ciclo didáctico del aprendizaje activo se resume en la Figura 2.6

Figura 2.6 Mapa Conceptual Socialización y Chequeo.

2.2.6 Aplicación de post- test

El post-test busca resaltar la importancia del aprendizaje conceptual, incluyendo sólo preguntas de los temas tratados. Por eso, permanentemente y sobre la marcha, se acude a una evaluación formativa mediante las observaciones pertinentes de desempeños individuales y grupales. Esta debe ser lo más objetiva posible, excluyendo juicios de valor y recolectando datos concretos que verifiquen el progreso estudiantil en la aprehensión de nuevos conceptos. La Figura 2.7 da cuenta de ello.

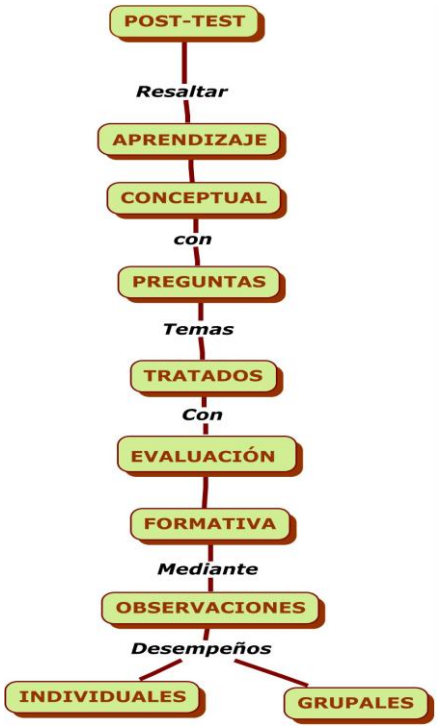


Figura 2.7 Mapa Conceptual Aplicación Post-test

2.3 ROLES Y RESPONSABILIDADES

2.3.1 Facilitador

El rol del maestro se transforma notoriamente, pues deja de ser la fuente privilegiada de información. En consecuencia, la metodología de clase expositiva o magistral se abandona por completo al perder su sentido funcional. Las responsabilidades del maestro en el nuevo contexto se pueden resumir de la siguiente manera:

- Seleccionar los equipos de trabajo, de máximo cuatro estudiantes, agrupándolos preferiblemente de forma heterogénea en relación con sus competencias, y elaborar las tarjetas que los identifiquen.
- Guiar el proceso de búsqueda y selección de los temas, con base en el ofrecimiento de material pertinente, con instrucción clara y científicamente desarrollada. Debe

subrayarse que su labor es orientadora, enfocada al logro de que el estudiante se apropie adecuadamente del conocimiento.

- Fomentar la interacción comunicativa efectiva entre compañeros y el grupo, integrando la lectura y la escritura, promoviendo experiencias de escucha activa, estimulando respuestas, pensando, hablando y haciendo.
- Facilitar actividades apasionantes, divertidas e innovadoras, orientadas a la transferencia de la responsabilidad del aprendizaje al estudiante, fortaleciendo la autonomía, el compromiso y la autoevaluación. Debe ser un provocador de actitudes positivas, formulando preguntas, orientando asertivamente la discusión, promoviendo la participación de todos los aprendices en diferentes momentos, resaltando los aciertos, dosificando tiempos, determinando cortes mediante la inserción de actividades cortas de aprendizaje. El control de la clase sigue dependiendo completamente del docente.
- Incentivar el respeto de los derechos de los demás, reconociendo que tienen libertad para cometer errores, pero indicando también cómo aprender de ellos y mediante de ellos. Este ambiente es necesario para lograr que los alumnos aclaren, expresen y pongan a prueba sus pensamientos e ideas en forma verbal.
- Garantizar explicaciones efectivas de aquellos conocimientos que suponen grandes dificultades a los alumnos o que éstos no podrían conseguir de otra forma.
- Ser sensible a ciertos aspectos de la física como disciplina, que son esencialmente duros y fáciles para que los nuevos estudiantes aprendan.
- Observar cuidadosamente el conjunto de momentos para ofrecer una adecuada evaluación del proceso de elaboración que posibilite el acceso a la transformación del aprendizaje.

2.3.2 Participante

Así mismo, el rol del estudiante sufre una transformación sustancial, abandonando su lugar habitual de receptor pasivo de la clase expositiva o magistral y asumiendo el papel de sujeto de aprendizaje, esto es, responsable directo de su proceso de

aprehensión del conocimiento. Sus responsabilidades en este nuevo contexto se pueden resumir así:

- Implicarse en su propio aprendizaje participando activamente en él, experimentando, comunicando, interactuando, reflexionando, observando, decidiendo, descubriendo, arriesgándose y compartiendo.
- Retroalimentar su trabajo corrigendo errores y proponiendo soluciones de acuerdo con la actividad.
- Procesar información, evaluando su pertinencia, buscándola y estudiándola autónomamente.
- Realizar las tareas formativas y reflexionar acerca de lo que hace y lo que aprende.
- Esforzarse por formular sus razonamientos y articular ideas de manera coherente.
- Escuchar atentamente y de manera selectiva, con pensamiento crítico para mejorar sus decisiones y responder a las ideas de los demás.
- Cooperar y desenvolverse lo mejor posible para su propio beneficio y el del grupo.
- Evaluarse a sí mismo asertivamente, corrigiendo su propio aprendizaje.
- Prescindir de preguntar al profesor, salvo cuando haya agotado sus propias fuentes de información.

En la Figura 2.8 se muestran, los principales roles, en el escenario del proceso enseñanza aprendizaje, con sus cambios fundamentales.

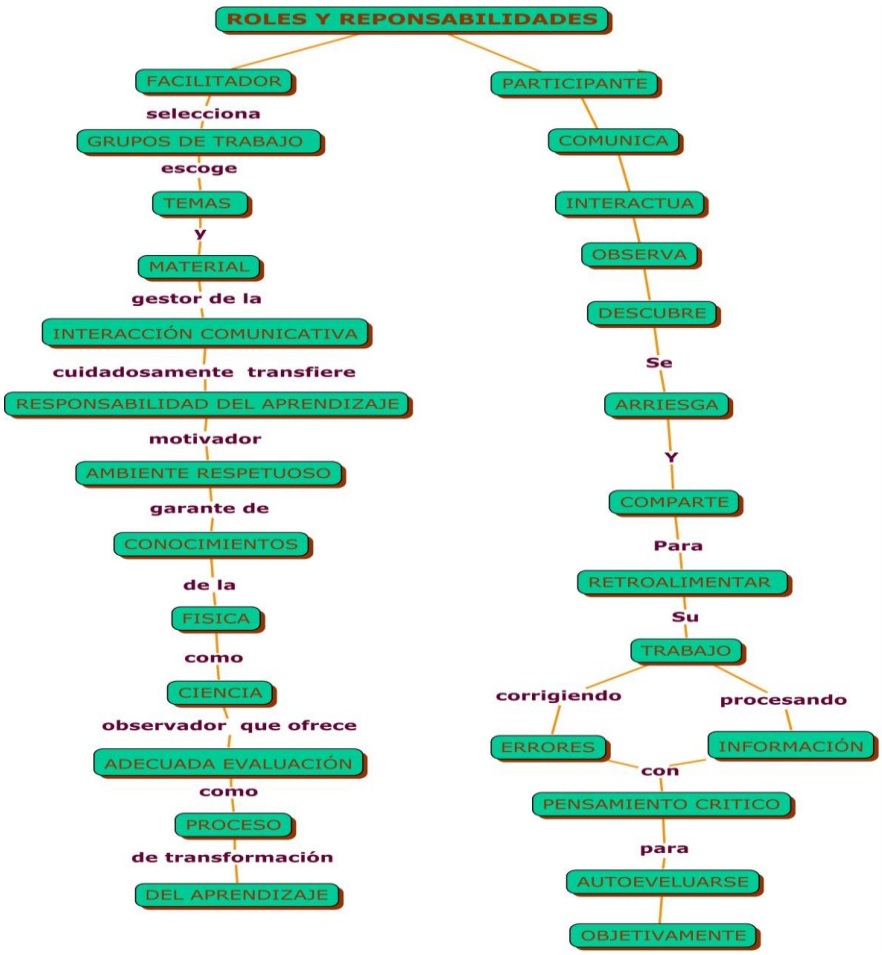


Figura 2.8 Mapa Conceptual Roles y Responsabilidades.

2.4 IDEAS NUEVAS CON IDEAS PRE-EXISTENTES

Pese a la claridad de la información recibida, los estudiantes no relacionan automáticamente la información nueva con la información conocida y es, precisamente, este factor el que más influye en el aprendizaje: ellos mejorarían su conocimiento al conectar las nuevas ideas con los conocimientos previos, porque así construirían sus propios significados. El pensamiento piagetiano, por ejemplo, establece que hay condiciones para el cambio conceptual cuando existe insatisfacción con la concepción que se tiene, y se llega a una nueva que es científicamente aceptada, perceptible y, al parecer, meritoria y ventajosa [Labinowicz, 1987].

Otro aspecto a tener en cuenta es que la progresión del aprendizaje va de lo concreto a lo abstracto. Los jóvenes pueden aprender con mayor facilidad sobre cosas que son

directamente accesibles a los sentidos visual, auditivo, táctil y kinestésico. En cambio, el desarrollo de habilidades para manipular símbolos, razonar lógicamente, generalizar y comprender conceptos abstractos, es un proceso lento. Fue Parménides quien sostuvo "…*que existen dos caminos para llegar al conocer, que son los sentidos y la razón; por los sentidos se llega a lo cambiable, a lo inseguro y a lo desconfiable en los objetos, y por la razón se llega a lo universal, confiable e inmutable".*

Por otro lado, hacer inferencias y conocer el mundo requiere de las representaciones de situaciones concretas. Es así como se aprende: la percepción implica la construcción de modelos mentales. Comprender un fenómeno físico es saber lo que lo causa, lo que resulta de él, cómo iniciarlo, influenciarlo o evitarlo. Es decir, supone establecer relaciones con otros elementos. Johnson-Laird plantea que existen, al menos, tres formas en las que se puede codificar y representar mentalmente información: las representaciones proposicionales, los modelos mentales y las imágenes (auditivas, visuales, táctiles) [Greca,I & Moreira,M.1996].

Existen además estudios que exponen que los ejercicios reales o de la vida cotidiana pueden motivar a los alumnos a aprender conceptos académicos a un nivel más profundo de entendimiento. El descubrimiento guiado y el cuestionamiento estructurado son mucho más efectivos para el aprendizaje que la clase expositiva. De hecho, estrategias de investigación recomendadas proponen el uso de tareas reales y significativas que enlacen el contenido del plan de estudios con problemas del mundo real, los cuales son, en última instancia, los conocimientos previos y experiencias de los alumnos. Se sugiere que se planteen desafíos a los alumnos, sin ir más allá de su nivel de competencia, dado que el aprendizaje se produce progresivamente: a medida que se realizan nuevas relaciones sustantivas entre conceptos, experiencias, hechos y objetos conocidos.

Cabe anotar que un principio fundamental de la teoría del aprendizaje es que diferentes tipos de objetivos de aprendizaje requieren acercamientos diferentes para su instrucción, demandando cambios en las oportunidades para aprender. El diseño de ambientes de aprendizaje está vinculado a temas que son especialmente importantes en los procesos de aprendizaje, tales como: la transferencia y el desempeño

competente. Ambos afectados por el enfoque de los ambientes de aprendizaje centrado en el estudiante, el conocimiento, la evaluación y la comunidad.

Se hace referencia al ambiente de aprendizaje para señalar aquellas experiencias provocadoras, que consecuentemente respaldan situaciones de procesos cognitivos, con objetivos claros y comunes, dando lugar a relaciones participativas e interacciones de cada individuo con el ambiente que lo rodea, y a acciones formativas que contribuyen a la reflexión crítica sobre su propio aprendizaje. Esto incluye la duda frente a las ideas propias y las de los demás como componente importante para el aprendizaje, orientada a encontrar significado y a construir conocimiento mediante materiales educativos claramente intencionados. En resumen, todos aquellos espacios y contextos que desarrollan condiciones favorables de aprendizaje cognitivo, afectivo y social, con adecuada disposición para la comunicación y el encuentro entre las personas, procurando sólidas relaciones de grupo y estimulando el deseo de aprender, la curiosidad, el dialogo y la capacidad creadora.

Por otra parte, diferentes estudios advierten que la existencia de ideas alternativas es un obstáculo en la enseñanza de las ciencias, por cuanto éstas son resistentes al cambio conceptual [Gallego, 2004 y Alemán R. & Pérez, J. 2000.]. Cuando las estrategias de cambio conceptual se desarrollan en términos de aprendizaje significativo, dichas ideas agregan nuevos significados a las concepciones ya existentes, sin borrarlas o reemplazarlas. De este modo, la concepción se vuelve refinada, porque nuevos significados fueron agregados a ella; o sea, se convierte en una concepción evolucionada sin pérdida de identidad.

Ese es el proceso mediante el cual el ser humano progresa en su elaboración de saberes. Desde niño, utiliza las categorías ontológicas para interpretar el mundo que lo rodea con validez y poder predictivo, atribuyendo propiedades a los objetos o a situaciones nuevas. Todo elemento posee un componente fundamental: “el ser”. A ese ser se le pueden asignar ciertas características, sin renunciar a su esencia. Entonces, se toma lo real como lo equivalente al ser; tal como lo asume la ontología.

Existen unas categorías ontológicas fundamentales, cuya funcionalidad permite hacer más previsible el mundo e incorporar los fenómenos nuevos a entidades ya conocidas. Es una organización jerárquica conformada por la materia (sustancia natural o artificial); los procesos (procedimientos, eventos e interacciones) y el estado mental (emociones e intenciones). Todas ellas se caracterizan por una serie de atributos ontológicos, identificados por predicados verbales. La definición de “rasgos”, se refiere a los que sólo los miembros de la categoría pueden tener.

En síntesis, cambiar la comprensión del mundo es cambiar las atribuciones ontológicas. Un cambio conceptual será necesario cuando se requiere cambiar una entidad de una categoría principal a otra. Así que los conceptos, para ser comprendidos en un significado proximo al de la ciencia, tienen que ser asumidos como procesos de interacción, porque en la cotidianidad de los estudiantes muchos conceptos científicos tienden a establecerse como entidades materiales, mediante la atribución de propiedades de los objetos.

Esto quiere decir que cuando se busca la evolución en la comprensión de un concepto quedan implicados diferentes cambios en su adscripción ontológica. Se entra a formar parte de un sistema complejo de relaciones de cambio y conservación. Por eso, la comprensión de los conceptos cientificos se debe interpretar en el marco de sistemas de interacción.

La diferencia en los principios epistemológicos y ontológicos, entre las teorias científicas y teorías alternativas se traduce, finalmente, en diferencias en la practica docente, a favor de la que ofrece un adecuado proceso para la motivación, la comprensión y el aprendizaje.

CAPITULO 3

TALLER DE APRENDIZAJE ACTIVO DE ÓPTICA Y FOTÓNICA - ALOP

A continuación, se reseñará y comentará los aspectos del Taller ALOP Medellín 2011 más relevantes para el desarrollo de la presente tesis.

ALOP - sigla inglesa correspondiente a Active Learning in Optics and Photonics (Aprendizaje Activo en Óptica y Fotónica) - es un programa de la de la UNESCO cuyo propósito es beneficiar el estudio de la óptica en los países en vía de desarrollo, acudiendo a experimentos fáciles de visualizar posibilitando, de esta forma, la enseñanza de los fundamentos de la física descubriendo la física. Ello trae como resultado una percepción más cercana y amable de la asignatura.

Las actividades fueron creadas por expertos y grupos de investigación inquietos por difundir adecuadamente el pensamiento científico. Su impacto ha sido tal que se ha reconocido en el ámbito internacional porque su metodología demostró eficacia para inducir a pensar lógicamente y a elaborar juicios referidos a problemas complejos. Se parte de las evidencias y con la mediación de una actitud escéptica, a través de explicaciones sencillas y precisas. Adicionalmente, el método propende por develar que el acercamiento a los fenómenos físicos, además de resultar encantador o al menos, divertido; permite la diferenciación de los conceptos e incita a la investigación.

El Taller ALOP-Medellín 2011 fue organizado por la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín y llevado a cabo entre primero y cinco de agosto en instalaciones del Parque Explora de esta ciudad. Al evento asistieron cuarenta participantes entre profesores universitarios, profesores de educación básica, estudiantes de posgrado y profesionales adscritos al parque.

Las actividades fueron conducidas por un grupo de nueve facilitadores compuesto por una profesora de la Florida Atlantic University (USA), un profesor de la Universidad de Guanajuato (México), uno de la Universidad Privada de Cochabamba (Bolivia), cuatro

de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá y dos de la Sede Medellín. Es importante destacar la actitud de entusiasmo y notoria complacencia de los facilitadores con el cumplimiento de su rol en dichas actividades. Esto fortaleció una atmósfera de calidez y hospitalidad que asegura un impacto positivo para el logro de los objetivos del taller.

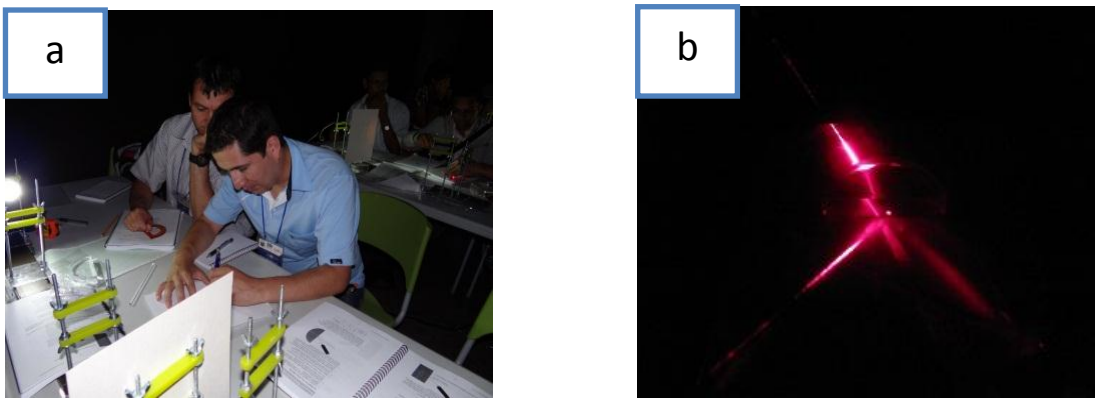


Figura 3.1: a) Hacer predicciones que b) se verifican posteriormente con la actividad experimental. Estas son etapas importantes en el aprendizaje activo.

En un escenario propicio, los facilitadores orientaron las experiencias acercando a los participantes, de manera palpable y sencilla, a las leyes fundamentales de los fenómenos ópticos. Con tal fin, ofrecieron permanentemente ayuda oportuna con ejemplos prácticos e involucrando las experiencias realizadas. El programa del taller se muestra en la Tabla 3.1.

Inicialmente, se comentaron las dificultades más usuales que tienen los estudiantes de física para comprender las leyes de la naturaleza, particularmente cuando no confrontan los inevitables preconceptos con los que abordan dichos temas. Atendiendo a la frase de Carl Wieman, ganador del Premio Nobel de Física, “en el aprendizaje importa más el método de enseñanza que el profesor”; se explicó, entonces, la metodología de trabajo, resaltando la importancia de escribir las predicciones en forma individual (Figura 3.1a), pues ello permite contrastar las ideas alternativas del grupo a través de la discusión, los acuerdos y la socialización general que antecede a la comprobación experimental (Figura 3.1b).

TABLA 3.1: Programa del Taller ALOP – Medellín 2011

Agosto 1 Lunes	8:30 – 9:00	Ceremonia inaugural
	9:00 – 10:00	Introducción al taller. Ángela Guzmán, Representante de Unesco
	10:00 – 10:15	Refrigerio
	10:15 – 11:15	Introducción al Aprendizaje Activo. Ángela Guzmán, Representante de Unesco
	11:15 – 1:00	Luz y Óptica – pre-test de evaluación conceptual (LOCE). Miguel Torres, Omar Ormachea
	1:00 – 2:30	Almuerzo
	2:30 – 3:45	Módulo 1: Óptica Geométrica: propagación rectilínea de la luz, reflexión y refracción Facilitadora: Marina Ortiz Asistente: Jairo López
	3:45 – 4:00	Refrigerio
	4:00 – 5:30	Módulo 1: Óptica Geométrica: propagación rectilínea de la luz, reflexión y refracción Facilitadora: Marina Ortiz Asistente: Jairo López
Agosto 2 Martes	9:00 – 10:45	Módulo 1: Óptica Geométrica: propagación rectilínea de la luz, reflexión y refracción Facilitadora: Marina Ortiz Asistente: Jairo López
	10:45 – 11:00	Refrigerio
	11:00 – 12:15	Módulo 2: Lentes y óptica del ojo Facilitador: Carlos Perilla Asistente: Omar Ormachea
	12:15 – 1:45	Almuerzo
	1:45 – 3:45	Módulo 2: Lentes y óptica del ojo Facilitador: Carlos Perilla Asistente: Omar Ormachea
	3:45 – 4:00	Refrigerio
	4:00 – 5:15	Módulo 2: Lentes y óptica del ojo Facilitador: Carlos Perilla Asistente: Omar Ormachea
		Reunión de equipo ALOP
Agosto 3 *Miércoles*	*9:00 – 11:00*	*Módulo 3: Interferencia y difracción* *Facilitador: Freddy Monroy* *Asistente: Miguel Torres*
	11:00 – 11:15	Refrigerio
	11:15 – 12:15	Módulo 3: Interferencia y difracción Facilitador: Freddy Monroy Asistente: Miguel Torres
	12:15 – 1:30	Almuerzo
	1:30 – 3:00	Módulo 3: Interferencia y difracción Facilitador: Freddy Monroy Asistente: Miguel Torres
	3:00 –	Tarde Cultural
		Reunión de equipo ALOP

Agosto 4 Jueves Jueves	9:00 – 11:00	Módulo 4: Óptica atmosférica Facilitador: RománCastañeda Asistente: Omar Ormachea
	11:00 – 11:15	Refrigerio
	11:15 – 12:45	Módulo 4: Óptica atmosférica Facilitador: RománCastañeda Asistente: Omar Ormachea
	12:45 – 2:00	Almuerzo
	2:00 – 3:00	Módulo 4: Óptica atmosférica Facilitador: RománCastañeda Asistente: Omar Ormachea
	3:00 – 3:15	Refrigerio
	3:15 – 5:45	Módulo 5: Transmisión de datos ópticos Facilitadora: Catalina Ramírez Asistente: Ángela Guzmán
		Reunión de equipo ALOP
Agosto 5 Viernes	9:00 – 11:00	Módulo 6: Multiplexado por división de longitud de onda Facilitadora: Catalina Ramírez Asistente: Ángela Guzmán
	11:00 – 11:15	Refrigerio
	11:15 – 12:45	Luz y Óptica – pos-test de evaluación conceptual (LOCE). Freddy Monroy, Omar Ormachea
	12:45 – 1:30	Almuerzo
	1:30 – 2:15	Luz y Óptica – discusión de la evaluación conceptual (LOCE). Ángela Guzmán, Omar Ormachea
	2:15 – 3:15	Luz y Óptica – discusión final Ángela Guzmán, Omar Ormachea
	3:15 –	Ceremonia de clausura

Otro aspecto definitivo de la metodología es el ambiente de aprendizaje. Los cuarenta participantes se dividieron en diez mesas de trabajo con cuatro participantes cada una, distribuidos con el criterio de fomento del espíritu de interdisciplinariedad. Cada mesa se dispuso con materiales de características específicas teniendo en cuenta el módulo respectivo. Con esos materiales, se realizaron montajes interesantes y versátiles para ejecutar procedimientos experimentales relativamente sencillos pero impactantes (Figura 3.2).

Más adelante, los experimentos controlados, realizados por los participantes, fueron apoyados por experimentos demostrativos realizados por los facilitadores (Figura 3.3) y preguntas orientadas para la reflexión individual y grupal guiada. Así, el ambiente de

aprendizaje (su organización, su disposición espacial y los materiales con los que se trabaja) posibilitó la expresión libre de ideas y la reflexión crítica, realizando con precisión la intencionalidad de lograr la disposición para aprender a pensar activamente.

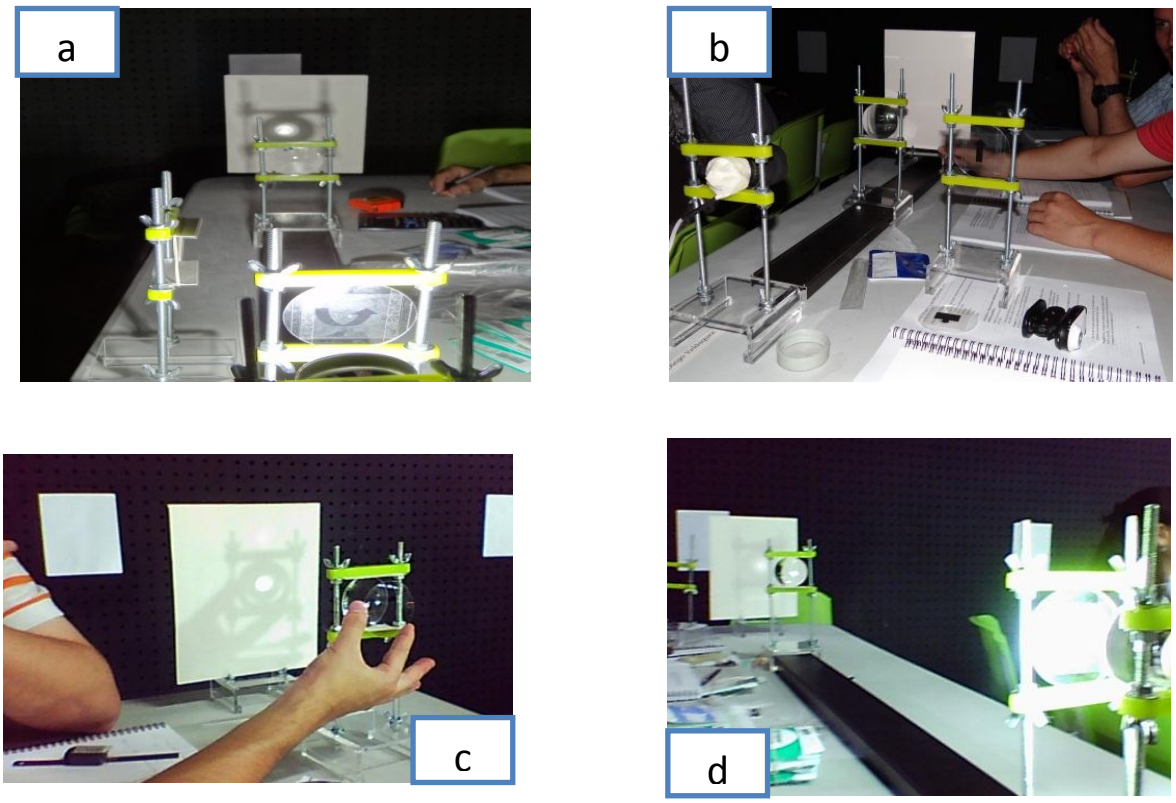


Figura 3.2: Momentos del ambiente de aprendizaje. a) Montajes interesantes y versátiles con materiales de bajo costo y bancos ópticos fáciles de reproducir en forma artesanal. b) Procedimientos experimentales relativamente sencillos pero impactantes que c) y d) permiten entrar en contacto con dispositivos y técnicas de laboratorio, desde una perspectiva que posiblemente no se tenía antes y que está basada en el principio de “aprender por sí mismos”, es decir, por medio de su propia actividad.

Todo lo anterior señala que la metodología del Taller ALOP busca de mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de la Física en la educación secundaria y primeros niveles universitarios, mediante una estrategia innovadora que contrasta con la clase magistral.

En efecto, la metodología convencional de la clase magistral es pasiva y, aunque se concentra en abordar la formalización de la física, los roles de profesor y estudiante asumidos en el aula no permiten a estos últimos examinar sus propias ideas y evaluar

sus preconceptos; los cuales se convierten finalmente, en los mayores obstáculos para una adecuada comprensión de los fundamentos de la ciencia.

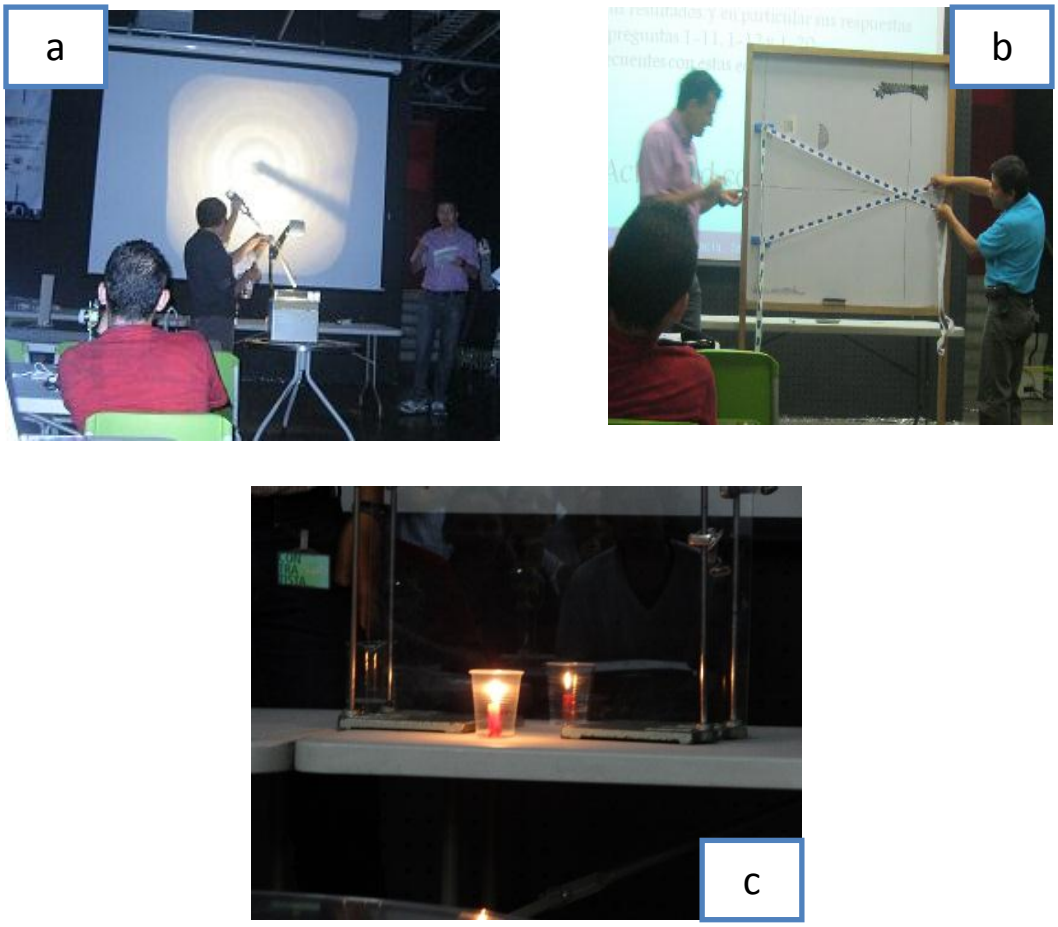


Figura 3.3: El trabajo de los facilitadores. a) Despertar la emoción de aprender, el gusto por el asombro, la observación y la pregunta para dar explicación a fenómenos sencillos. b) Desarrollar prácticas demostrativas para complementar, acentuar diferencias y subrayar significados. c) Truco de magia óptica, un trabajo intenso y divertido.

Por el contrario, la metodología del **Aprendizaje Activo** adopta el nuevo patrón de roles facilitador-participante poniendo el protagonismo en este último polo y exhortando a los facilitadores para que no deriven hacia la metodología magistral, particularmente cuando evalúen como erróneos los enunciados de los participantes. En este contexto, el peligro latente consiste en acudir al discurso formalizado para “enseñar” las maneras correctas de la física, olvidando el camino de la contrastación experimental propia del Aprendizaje Activo (Figura 3.3).

Con el fin de evaluar el impacto de la metodología de Aprendizaje Activo, el Taller incluye dos test idénticos: el primero se aplica previamente al desarrollo de las prácticas y el segundo hacia el final del taller cuando todos los módulos han sido desarrollados.

El pre-test arroja información acerca de los modelos mentales de los participantes, la cual no sólo es útil para la marcha misma del taller, sino también para el diseño de nuevas investigaciones sobre bases científicas. A continuación, las prácticas de cada módulo (seis módulos disciplinares, enunciados en el programa de la Tabla 3.1) invitan a hacer las predicciones correspondientes, socializarlas en la mesa de trabajo y discutirlas plenariamente. Se sigue, entonces, con la manipulación de los materiales y montajes con objetivos específicos de comprobación experimental. Estos cambios de ritmo favorecen la concentración.

Los módulos están documentados en el manual de entrenamiento que se entrega a los participantes. Cada módulo contiene la guía para el profesor con información suficiente sobre los aparatos e implementos necesarios para los montajes de las actividades experimentales, fotos y diagramas, instrucciones de cómo llevarlas a cabo, ejemplos de resultados, preguntas y respuestas, además de un instrumento de evaluación. También, incluyen una serie de trucos de magia óptica (Sokoloff et al., 2006).

El post-test permite evaluar el avance alcanzado en la comprensión de los fenómenos ópticos. Este ejercicio es seguido por una evaluación del taller por parte de los participantes. En este caso, fue altamente positiva según los comentarios manifestados en la discusión plenaria final. Por ejemplo:

- Las experiencias son retadoras aunque con el manual, se puede adelantar en la lectura y buscaba las respuestas.
- Se plantearon soluciones ingeniosas para montar los experimentos con materiales de bajo costo, propuestas sencillas y creativas, como usar un palillo para revolver café para guiar una fibra óptica.
- El contacto con la lente cilíndrica fue tremendamente novedoso y asombroso su funcionamiento.

- El taller resultó muy valioso porque, a pesar de conocer la mayoría de los conceptos abordados, el trabajo con el material ayudó a fundamentarlos, desde la práctica. En cambio, en la educación básica y media, los maestros se quedan en lo teórico, limitándose al tratado de rayos impidiendo que el estudiante vea concretamente qué es lo que está pasando.

- La mayoría de los maestros manifiestan que no hacen este tipo de intervenciones en el aula porque no tienen material de laboratorio adecuado. Sin embargo, se percibió que es posible con material fácil de elaborar, un valor agregado muy importante.

- Bastante interesante el capítulo dos. A pesar de haber tenido contacto con lentes en algún momento y observar los fenómenos que se dan bajo ciertas circunstancias, se desconocía su funcionamiento. El módulo presenta situaciones adecuadas para jugar y explorar la manera de funcionar mediante acciones tan sencillas como mover la lente de un lado al otro, sobre un texto escrito.

- Tal vez lo más ingenioso fue el láser de cinta; un modelo fácil de reproducir, económico y muy útil.

- Se debe ser bastante cuidadoso al orientar las discusiones para que no queden ideas erróneas en la definición de los conceptos.

- El recurso de un espejo con un par de ranuras para producir un patrón de difracción, deja ver muy claro el fenómeno para exponérselo a los estudiantes de undécimo grado así no se realice la formalización matemática. A futuro, en la universidad, podrán comprender el modelo matemático.

- Las diferentes aplicaciones señalaron que las intencionalidades del taller fueron observar un fenómeno y las posibles explicaciones que tienen los participantes y buscar contrastes con las ideas alternativas para confrontar, posteriormente, lo que se sabe sobre el fenómeno, lo que surge de la manipulación del material y lo que indica la física. De esta forma, se llega a la formalización que falta.

- El módulo de óptica atmosférica es muy pertinente para los estudiantes de educación básica puesto que permite interrelacionar diferentes conceptos. Es

acertado para cambiar ideas alternativas, para inducir un proceso de investigación y para interrelacionar los fenómenos de interferencia y difracción.

- La presentación de situaciones cotidianas, así como los fenómenos de la naturaleza (atmósfera, nubes, las espuma de las olas del mar, entre otros). Estimulan una alta dosis motivacional por ser algo ligado a lo concreto, a lo real. Son eventos sencillos permiten aclarar y diferenciar conceptos

- Los experimentos generan conflicto porque sucede lo inesperado. En este sentido, los módulos cinco y seis son los más llamativos; son la evidencia de la física en acción. Son los módulos que favorecen la práctica y requieren la claridad de los anteriores. Con su aplicación se logra un impacto didáctico.

- La dificultad notoria en la propuesta es la conformación de los equipos por la heterogeneidad de los participantes. Sin embargo, esto puede incitar a que se complementen aprendizajes con la contribución de compañeros.

Es el docente quien debe decidir la mejor forma en que estas actividades encajarán en su propio curso. (Sokoloff et al.; 2006).

CAPITULO 4

ANÁLISIS PEDAGÓGICO Y DIDÁCTICO DEL APRENDIZAJE ACTIVO

4.1 RELATOS DE CLASE

La estructuración de la actividad experimental con estrategias de aprendizaje activo, sugerido por el manual de entrenamiento “ALOP”. Se realizó en la institución Educativa Centro Formativo de Antioquia. “CEFA”. Con estudiantes de Once Ciencias Químicas. Fue seleccionado este grupo, por su particular intensidad horaria. De cuatro clases semanales, cada una de 55 minutos. Con un grupo de 31 estudiantes, distribuidos en ocho equipos.

Se da inicio aplicando una sección de la Evaluación Conceptual de Luz y Óptica. “LOCE”. Al cual se le asigna el nombre de Pre-test. Fue inicialmente estructurado con 35 preguntas de opción múltiple. De acuerdo con las investigaciones que se pretendían trabajar. Estas se presentan en la tabla 4.1., con los tiempos proyectados.

Tabla 4.1. Proyección de los temas y actividades

SECCIÓN	FECHA	ACTIVIDAD	TIEMPO ESTIMADO
1	Agosto 29	Pre-test MODÚLO 1: INTRODUCCIÓN A LA ÓPTICA GEOMÉTRICA. investigacion1: mil puntos de luz. Actividad 1-1: intensidad de la luz de una fuente puntual.	1 CLASE 1 CLASE
2	Agosto 30	Actividad1-2: rayos de luz divergentes y paralelos. Investigación 2: comprendiendo la luz mediante rayos. Actividad 2-1: interacción de rayos paralelos con una superficie transparente. Actividad 2-2: interacción de rayos divergentes con una superficie transparente.	2 CLASES
3	Septiembre 5	Investigación 3: leyes de la reflexión y de la refacción. Actividad 3-1: ley de la reflexión. Actividad 3-2 : ley de Snell de la refracción.	2 CLASES
4	Septiembre 6	Investigación 5: refracción, dispersión, reflexión interna total y el arco iris.	2 CLASES
5	Septiembre 12	Investigación 6: ¿Cómo se forman imágenes con lentes?	2 HORAS
6	Septiembre 13	INTRODUCCIÓN A LA ÓPTICA GEÓMETRICA Trucos mágicos con óptica: 1: el tubo de ensayo que reaparece. 2: la vela encendida debajo del agua. 3: de carbón a plata. 4: el haz láser que cae.	2 CLASES
7	Septiembre 19	MÓDULO 2. LÉNTES Y ÓPTICA DEL OJO- Investigación 1: lentes esféricas positivas. Actividad 1-1: observaciones cualitativas con lentes positivas (convergentes). Actividad 1-2: más observaciones cuantitativas con lentes positivas. Actividad 1-3: imagen de un objeto cercano a una lente positiva.	2 HORAS
8	Septiembre 20	Investigación 2: lentes esféricas negativas. Actividad 2-1: observaciones cualitativas con lentes negativas. Actividad 2-2: más observaciones cuantitativas con lentes negativas.	2 CLASES
9	Septiembre 26	Investigación 3: modelo del ojo humano. Actividad 3-1: acomodación. 3-2: modelando la miopía o cortedad de vista. Actividad	2 CLASESS
10	Septiembre 27	3-3: modelando la hipermetropía o visión borrosa de objetos próximos. Óptica atmosférica. Parte 1: absorción y dispersión múltiple. Demostraciones 1ª a 6ª.	2 CLASES
11	Octubre 3	Cielos azules y puestas del sol rojas. Demostraciones 1ª 1 5ª.	2 CLASES
12	Octubre 4	Aplicación del post-test. ENCUESTA	1 CLASE 1CLASE
		TOTAL	24 CLASES

El tiempo requerido es mayor, al que se había planeado inicialmente. A corto plazo se convierte en un factor estresante. Para el maestro, a largo plazo, se logra claridad de conceptos.

En contraste con esta situación y como lo afirma el doctor David Sokoloff. "El maestro novato, tendrá dificultades con el tiempo". Además de haber programado las actividades en una forma, ingenuamente ambiciosa. Se presentan en la Institución Educativa, otras actividades como los Actos Cívicos, las orientaciones de grupo y reuniones de profesores. Que influyen en el plan de actividades elaborado.

Además es importante precisar que se respetó el ritmo de trabajo de las estudiantes, pues en varias situaciones ellas manifestaron que no podían avanzar tan rápido como se pretendía.

Tabla 4.2. Investigaciones y actividades realizadas.

SECCIÓN	**FECHA**	**ACTIVIDAD**	**TIEMPO REAL (55 MINUTOS CADA CLASE)**
1	Agosto 29	Pre-test	1 CLASE
1 2 3	Agosto 29 Agosto 30 Septiembre 5	MODÚLO 1: INTRODUCCIÓN A LA ÓPTICA GEOMÉTRICA. investigacion1: mil puntos de luz. Actividad 1-1: intensidad de la luz de una fuente puntual.Actividad1-2: rayos de luz divergentes y paralelos.	4 CLASES
3 CONTINUACIÓN 4	Septiembre 5 Septiembre 6	Investigación 2: comprendiendo la luz mediante rayos. Actividad 2-1: interacción de rayos paralelos con una superficie transparente. Actividad 2-2: interacción de rayos divergentes con una superficie transparente.	2 CLASES
4 CONTINUACIÓN 5	Septiembre 6 Septiembre 12	Investigación 3: leyes de la reflexión y de la refacción. Actividad 3-1: ley de la reflexión. Actividad 3-2: ley de Snell de la refracción.	3 CLASES
6	Septiembre 13	INTRODUCCIÓN A LA ÓPTICA GEÓMETRICA Investigación 5: refracción, dispersión, reflexión interna total y el arco iris. Actividad 5-1: Dispersión de la luz blanca con un prisma. Actividad 5-2: Dispersión de la luz láser con un prisma. Actividad 5-3: El arco iris.	2 CLASES
7 8	Septiembre 19 20	Investigación 6: ¿Cómo se forman imágenes con lentes? Actividad 6-1: Una imagen real simple.	3 CLASES *Acto Cívico
9	Octubre 3	Trucos mágicos con óptica: 1: el tubo de ensayo que reaparece. 2: la vela encendida debajo del agua. 3: de carbón a plata. 4: el haz láser que cae.	2 CLASES
10	Octubre 4	Aplicación del post-test. ENCUESTA	1 CLASE 1 CLASE
		TOTAL	20 CLASES

Se describen a continuación algunas de las experiencias de las estudiantes.

En la actividad de rayos de luz divergentes y paralelos. Una estudiante habla de la intensidad constante de la luz como onda, al socializar la idea, la profesora mediante preguntas induce a establecer la diferencia entre la velocidad de la onda e intensidad de la luz.

En la socialización, la estudiante que desempeña el rol de relatora y presento dificultad para elegir las palabras adecuadas, para expresar su idea. Con naturalidad, respeto y espontaneidad, las demás niñas, le ayudan, para que pueda hilar su idea y terminar expresarla.

Se vivencia un ambiente, tranquilo, alegre y de motivación. Ellas, expresan sus ideas con espontaneidad y naturalidad, cuando alguna de las niñas se equivoca, las demás respetuosamente, la corrigen. Riéndose de sus propios errores. (Figura 4.1)

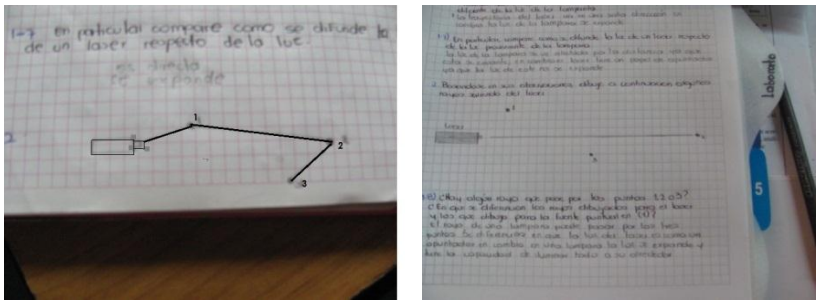


Figura 4.1. Representaciones de la trayectoria de un rayo de láser.

La información se puede complementar con la representación gráfica, como instrumento para capturar pensamientos o ideas a medio formar y posteriormente construir significados [Massoni y Moreira, 2010]

Las niñas recurren a representaciones, para sustentar sus ideas con creatividad. En una de las mesas de trabajo, una de ellas hacia una representación equivocada de la trayectoria del rayo del láser. En contraste, otra estudiante de diferente mesa, presenta con creatividad, como el láser puede pasar por los puntos señalados, solo si se orienta el láser en diferentes direcciones. (Figura 4.2)

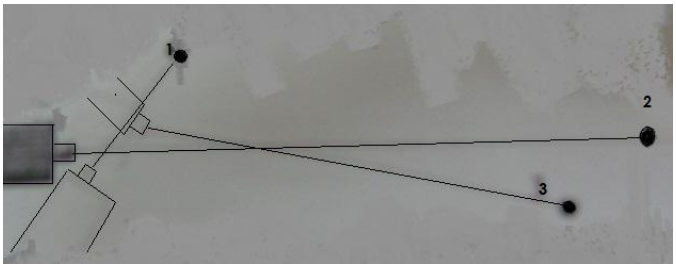


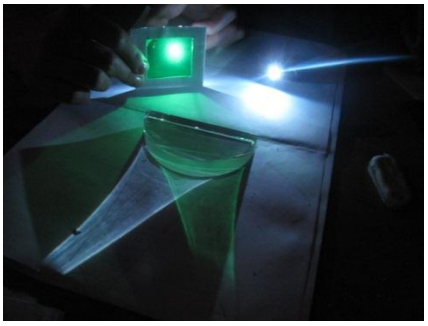
Figura 4.2. Representación creativa de la trayectoria de un rayo de láser.

Finalizando la actividad 1-2: Rayos de luz divergentes y paralelos. Se encuentra un comentario. Ocurriendo una situación particular. Una estudiante interviene y dice: que" es verdad, que lo que allí dice ellas ya lo sabían". Logran caracterizar una fuente

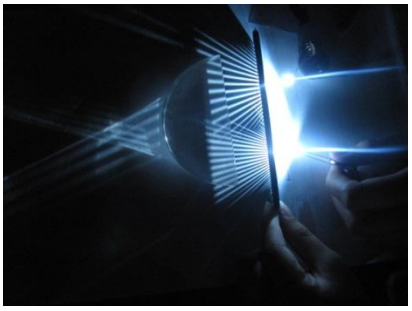
puntual como el láser y una fuente de luz blanca como la lámpara. Consiguen establecer sus diferencias. Es decir que llegaron al conocimiento con la ayuda de la actividad. Le refuerza el conocimiento.

El aprendizaje de la Física para los estudiantes de Educación Básica Secundaria no es fácil. Esta estrategia metodológica, induce y provoca la comprensión. Con una experiencia retadora y concreta, de manera divertida, paulatinamente generando un ambiente de aprendizaje mejorando con; compromiso, responsabilidad y simpatía.
Ofreciendo la oportunidad de acercamiento a prácticas nuevas y novedosas. Que admiten enlazar diferentes conceptos, con elementos sencillos fáciles replicar en cualquier lugar.

a



b



c

Figura 4.3: Momentos del ambiente de aprendizaje: a) Montajes interesantes y versátiles con materiales de bajo costo y bancos ópticos fáciles de reproducir en forma artesanal. b) Procedimientos experimentales relativamente sencillos pero impactantes que c) permiten entrar en contacto con dispositivos y técnicas de laboratorio, desde una perspectiva que posiblemente no se tenía antes, basada en el principio de “aprender por sí mismos”, es decir, por medio de su propia actividad.

En la actividad 2-2: interacción de rayos divergentes con una superficie transparente. Se presentan confusiones; porque dice “Fije la lámpara miniatura al papel de manera que apunte hacia **arriba**”. El termino, ”arriba” , como se usa en este contexto es subjetivo. Se debe establecer un punto de referencia.

Con la predicción 6-3. De la investigación seis. Los cinco equipos, dicen que solo se observará la mitad de la flecha. Dos equipos dicen que la imagen no cambia de tamaño.

Verificando la predicción. En la imagen se verá información de la cabeza y la cola de la flecha, al tapar la mitad de la lente?.
Cinco equipos afirman que se observa la información de la cabeza y la cola de la flecha; Que solo cambia la intensidad. Un equipo persiste en discutir y afirmar que solo se observa la mitad de la flecha. Una de sus representantes se dirige, a la profesora, para que explique lo que ella piensa al respecto. La profesora devuelve la pregunta, a los equipos restantes, preguntándoles cómo se debe resolver la situación? ¿Quién tiene la razón?, ¿cómo la mayoría va a convencer a los equipos que son minoría? De las estudiantes surge la proposición de volver a realizar el montaje y observar con más atención. Posteriormente entre las exposiciones de sus puntos de vista hacen acuerdos, se establece con claridad que se observa la información del rayo de luz correspondiente a la cabeza y la cola. Solo que un poco más tenue.

En la socialización, se genera un espacio muy importante para la argumentación. Una forma más participativa de enseñanza, accediendo a una construcción sólida de conceptos. Ofrece la oportunidad para habituarse a estar en contacto con dispositivos y técnicas de laboratorio. Siendo provechosa para despertar la emoción de aprender, gusto por el asombro, la observación y la pregunta. Haciendo uso de una adecuada imagen mental del fenómeno estudiado, se va induciendo hacia la representación y luego la expresión a través de las palabras. Propiciando dos procesos simultáneos la actividad experimental y la reflexión.

Pregunta 1: Describa qué efecto produce la lente en los rayos emitidos por la lamparita

2. ¿Cuál es la dirección de los rayos cuando salen de la lamparita (divergente, paralela o convergente), y cuál es la dirección cuando salen de la lente?

RELATORA 1: “La luz sale como en diagonal”
RELATOR 2: “Los rayos de luz al pasar por la lente se vuelven convergentes”
RELATOR 3: “Los rayos de luz, refractados son convergentes”
RELATORES 4,5,6,7,8. -Se acogen a la idea de la relator 3.
Se observa como la argumentación, permite una forma particular de confrontar saberes. Cambiando los términos, para utilizar un vocabulario específico y adecuado. Está

demostrado que en una clase expositiva, la concentración decrece, luego de los primeros quince minutos. (Stuart & Rutheford, 1997). Se utilizan, los conocimientos anteriores, para aplicarlo a las situaciones nuevas que se están enfrentando. Se van recogiendo los conceptos anteriores, en un universo para explorar.

4.2. En relación con lo encontrado en el Pre-test y Pos-test.

A continuación se describen los resultados producto del pre-test y pos-test, que se aplicaron a las estudiantes de 11° Ciencias Químicas de la I. E centro Formativo de Antioquia. De acuerdo con cada uno de las temáticas que se trabajaron en los talleres experimentales, se seleccionaron 20 preguntas. El número, es correspondiente con el que aparece en la prueba "**LOCE**" del Manual de Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 4.3 Resultados evaluación conceptual de luz y óptica.

PREGUNTAS/ RESPUESTA	PRE- TEST	POST-TEST	Evolución de las explicaciones	Persisten las mismas explicaciones
1/ C	6%	31%	x	
2/C	39%	83%	X	
3/D	13%	59%	X	
4/C	39%	71%	X	
5/B	13%	8%		X
6/A	10%	41%	X	
7/C	29%	63%	X	
8/C	32%	28%		X
9/B	55%	78%	X	
10/E	13%	67%	X	
19/C	26%	58%	X	
21/D	3%	46%	X	
25/E	52%	76%	X	
26/D	6%	6%		
27/A	26%	56%	X	
28/D	0%	31%	X	
30/A	45%	89%	X	
31/D	10%	89%	X	
32/C	32%	67%	X	
51	0%	79%	X	
TOTALES	449/20	796/20		
	22,4	56,3		

Al respecto es importante precisar que haciendo un análisis comparativo, se puede observar en la tabla, como la mayoría de los conceptos que se trabajaron, de acuerdo a las explicaciones de las estudiantes, evolucionaron, es decir, sus respuestas no fueron similares a las que dieron en el pre-test, por el contrario lograron explicaciones más próximas a las científicas, por ejemplo, cuando se les pregunto por la altura del tamaño de la vela (pregunta 2), en el pre-test sólo el 39 % de las estudiantes respondieron acertadamente, mientras que en el pos-test el porcentaje de respuestas correctas aumento a un 83 %.

De igual forma en la pregunta 19, que trata del cambio de distancia focal en una lente convergente positiva. El 26% responde acertadamente en el pre-test, aumentando en el 58%, posteriormente en el post-test.

En la pregunta 30, hace referencia a lo que sucede cuando se cubre la mitad del objeto. Se evidencia un avance del 45% al 89%.

Los avances más significativo se observan; en la pregunta 31, pues de 10 % en contraste con 89%. De igual forma en la pregunta 51 el contraste es del 0% a 79%

Considerando los datos de la pregunta 32 se muestra que la evolución fue de 32% a 67%.

Es necesario aclarar que estas son las respuestas con avance más significativo.

En efecto, es posible afirmar que el trabajo experimental utilizando el Manual de Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica contribuye de manera significativa en el aprendizaje de la física, pues la mayoría de las estudiantes respondieron acertadamente a las preguntas, sólo en unas pocas preguntas se evidencia que las estudiantes vuelven a dar respuestas erróneas, y sólo en una pregunta se mantiene que sólo el 6% de las estudiantes responden acertadamente tanto en el pre-test y en el pos-test.

4.3. Sobre la encuesta

Se presentan a continuación los resultados de la encuesta, referida exclusivamente al nivel de satisfacción de las estudiantes frente al trabajo con el Manual de Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica.

4.3.1. La primera pregunta de la encuesta indaga sobre ¿Cómo valoraría usted los recursos y materiales para las actividades experimentales?

Tabla 4.4 Recursos y Materiales

PREGUNTA UNO	PORCENTAJES	OPCIONES
8	26,67	MUY ADECUADAS
18	60,00	ADECUADAS
4	13,33	INADECUADAS
0	0	MUY INADECUADAS

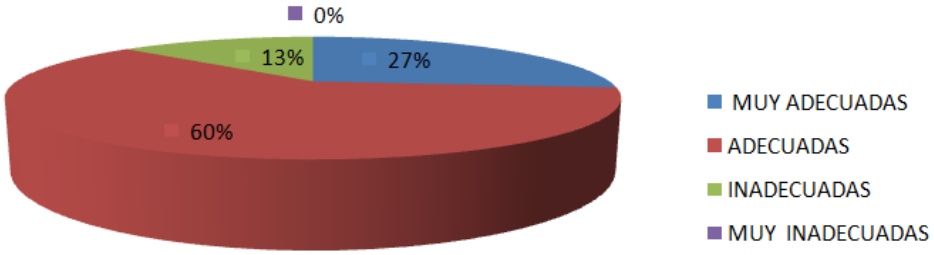


Figura *4.4. Valoración de recursos y materiales*

Se logra evidenciar en las respuestas de las estudiantes que para la mayoría de ellas, (60%), los recursos y materiales fueron adecuados y así lo expresan cuando afirman que aprendieron de óptica: "*porque éramos grupos pequeños y **teníamos los elementos requeridos",*** igualmente resaltaron el material accesible y sencillo en la realización de las prácticas experimentales. Sin embargo el 27% de los participantes contesto que los materiales y recursos fueron inadecuados, al respecto manifestaron: "*que algunos **materiales estaban en mal estado** lo que dificultó la práctica (multímetro y/o bombillitas)".*

4.3.2. La segunda pregunta evalúa **¿Cómo valora el contenido y las actividades realizadas de óptica en el laboratorio?**

Tabla 4.5 Claridad de las guías de trabajo

PREGUNTA 2	PORCENTAJE	OPCIONES
4	13,33	MUY CLARAS
23	76,66	CLARAS
3	10	CONFUSAS
0	0	MUY CONFUSAS

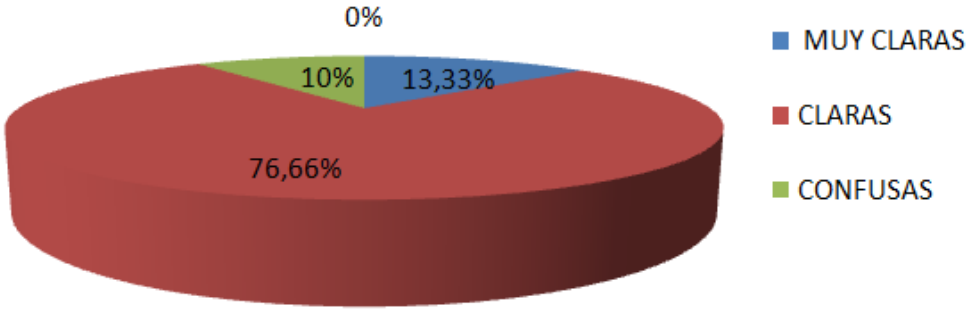


Figura 4.5 Valoración de la claridad de las guías de trabajo

Considerando los datos, se muestra que el 76% de las niñas, valoran las guías de trabajo para las actividades, como **claras**. En contraste, el 10%, las consideraron confusas. Lo afirman cuando expresan **"algunas de las preguntas no las entendí o eran muy confusas"**

4.3.3. Seguidamente en la tercera pregunta, pretende analizar la **valoración del contenido y las actividades realizadas de óptica en el laboratorio.**

Tabla 4.6 Contenido y actividades

PREGUNTA 3/ OPCIONES DE RESPUESTA	ESTUDIANTES	PORCENTAJE
Interesantes	**19**	63,33
Divertidas	**14**	46,66
Me hacen pensar	**22**	73,33
Me permiten ver otros puntos de vista	**23**	76,66
Ninguno de los anteriores	**0**	0

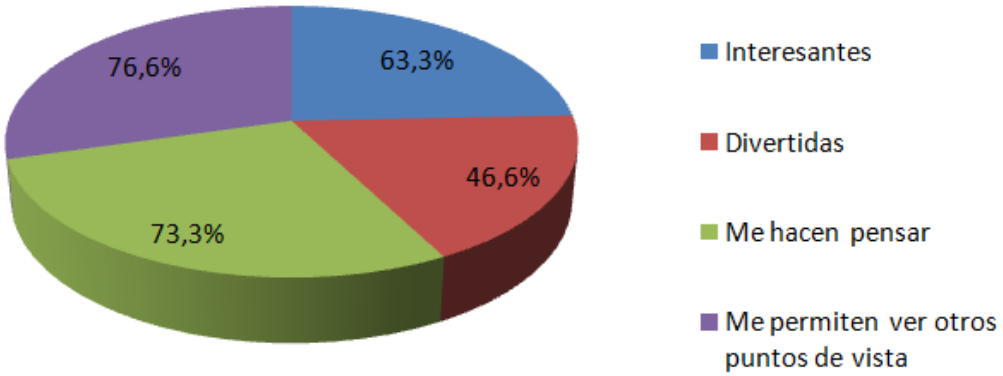


Figura *4.6. Valoración del contenido y actividades realizadas*.

Las estudiantes le dieron gran valoración a las ideas y puntos de vista de sus compañeras. Con un 76,6%,**"En el trabajo en grupo siempre tuvimos oportunidad de dar nuestro punto de vista"**

También manifiestan "***Haber desarrollado sus capacidades mentales".*** Se evidencia en el 73%, que afirma que las actividades hacen pensar.

Incluso un 63,3% considera las actividades Interesantes, ***"me llamo mucho la atención las predicciones. Era muy interesante saber si los conocimientos previos eran correctos o erróneos. Así no supiéramos nada del tema".*** El porcentaje más bajo se observa en considerar las actividades divertidas, con u n 46,6%.

4.3.4. La cuarta pregunta examina acerca del *interés* por la óptica, que logra provocar la estrategia

Tabla 4.7 Interés por la óptica

PREGUNTA 4 / OPCIONES	ESTUDIANTES	PORCENTAJE
COMPLETAMENTE DE ACUERDO	3	10%
DE ACUERDO	18	60%
NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	8	26,66%
NO RESPONDE	1	3,33%

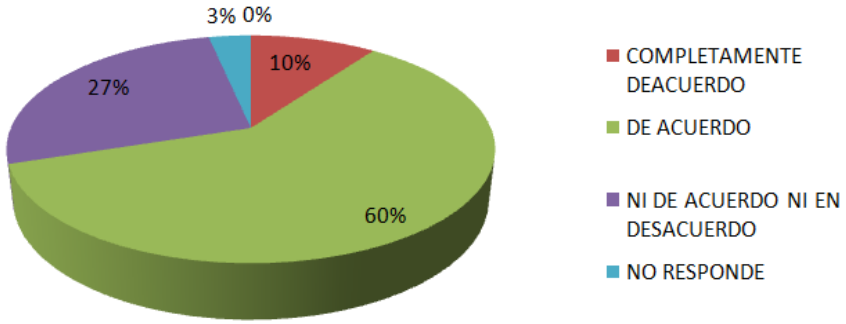


Figura *4.7. Interés por la óptica*

En la Figura 4.7. Se observa que un poco más de la mitad del grupo, manifiesta estar de acuerdo en el interés, que ha sentido por la óptica con 60%. En contraste solo el 3 % manifiesta estar, totalmente de acuerdo. Las estudiantes expresan:

“Trabaje en grupo, me interese mucho en cada tema, porque quería saber cada vez un poco más”.

“Me despertó interés, motivación, deseo de aprender, conceptos relacionados con la óptica.”

4.3.5. Se analiza en la quinta pregunta; cómo las actividades desarrolladas y la propuesta metodológica, han aumentado *su conocimiento* de la óptica?

Tabla 4.8 Conocimiento de la óptica

QUINTA PREGUNTA / OPCIONES	ESTUDIANTES	PORCENTAJE
COMPLETAMENTE DE ACUERDO	11	36,66
DE ACUERDO	17	56,66
NI EN ACUERDO NI EN DESACUERDO	20	6,66

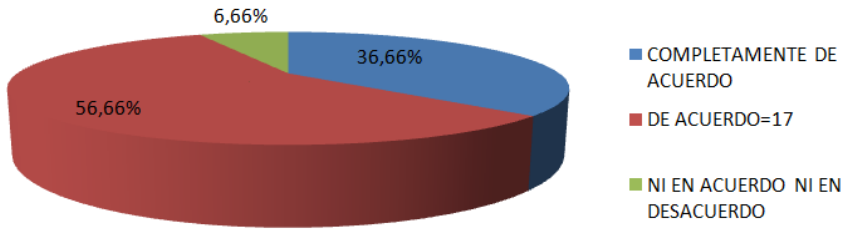


Figura *4.8. Conocimiento de la óptica*

Analizando los datos de la tabla 4.8. Se logra observar que las niñas consideran haber mejorado su conocimiento de la óptica, un 56,6% del grupo manifiesta estar de acuerdo. Y un 36% completamente de acuerdo. Siendo muy positiva la valoración que ellas manifiestan de la aplicación de esta estrategia.

“Aprovechando al máximo los experimentos para adquirir mayor conocimiento del tema”.

“La manera didáctica de aprender sobre la óptica todo me llamo la atención. Nunca había tenido la oportunidad de experimentar con la óptica. Aprendí mucho”
“La curiosidad, el aprendizaje que nos aportaba”.

4.3.6. Se presenta a continuación una evaluación de cero a cinco sobre las investigaciones implementadas en clase. (**Siendo cero la más baja y cinco la más alta)**

Tabla 4.9 Mil puntos de luz

PREGUNTA	6A	
ESTUDIANTES	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
1	2	3,33
4	3	13,33
14	4	46,66
10	5	33,33
1	0	3,33

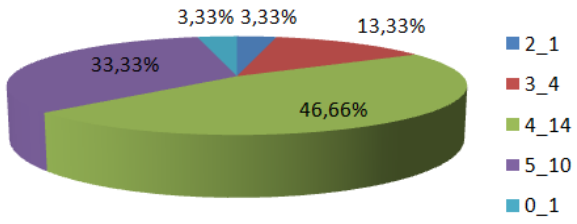


Figura 4.9 Valoración, Investigación mil puntos de luz

Tabla 4.10 Intensidad de la luz de una fuente puntual.

PREGUNTA	6B	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
5	3	16,66
7	4	23,33
18	5	60

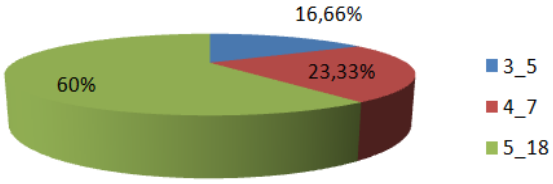


Figura 4.10 Valoración, Investigación. Intensidad de la luz de una fuente puntual

Tabla 4.11 Rayos de luz divergentes y paralelos

PREGUNTA	6C	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
7	3	23,33
17	4	56,66
6	5	20

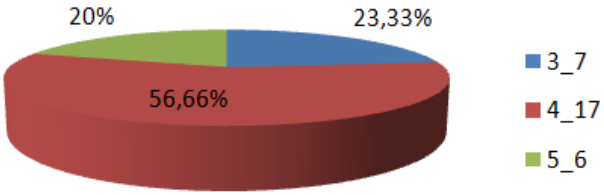


Figura *4.11 Valoración. Rayos de luz divergentes y paralelos.*

Tabla 4.12 Comprendiendo *la luz mediante rayos.*

PREGUNTA	6D	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
8	3	26,66
11	4	36,66
11	5	36,66

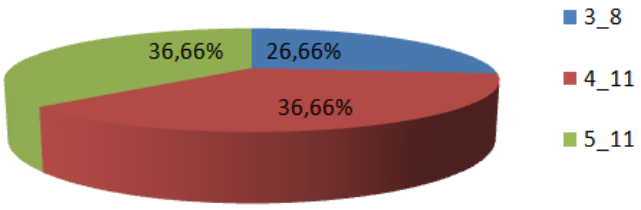


Figura 4.12 Valoración. Investigación la luz mediante rayos.

Tabla 4.13.Leyes de la reflexión y la refracción

PREGUNTA	6E	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
19	5	63,33
9	4	30,00
3	3	6,67

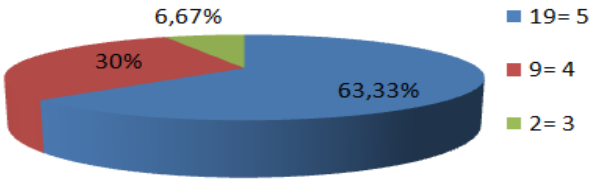


Figura *4.13Valoracion. Investigación. Leyes de la reflexión y la refracción.*

Tabla 4.14. Refraccion, dispersiony el arco iris

PREGUNTA	6F	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
17	5	56,67
12	4	40,00
1	3	3,33

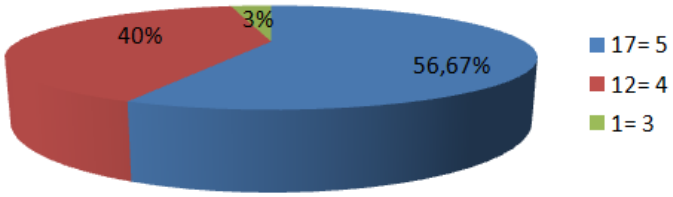


Figura 4.14. Valoración. Refraccion, dispersiony el arco iris.

Tabla 4.15 Como se formanlas imágenes con lentes.

PREGUNTA	6G	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
13	5	43,33
13	4	43,33
4	3	13,33

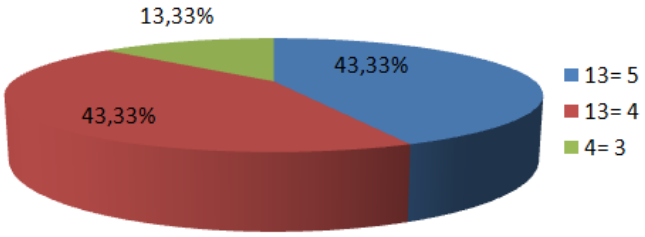


Figura 4.15. Valoración, investigación. Cómo se formanlas imágenes con lentes.

Tabla 4.16 Actividades experimentales similares.

SEXTA	6H	
ESTUDIANTE	CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
16	5	53,33
11	4	36,67
3	3	10,00

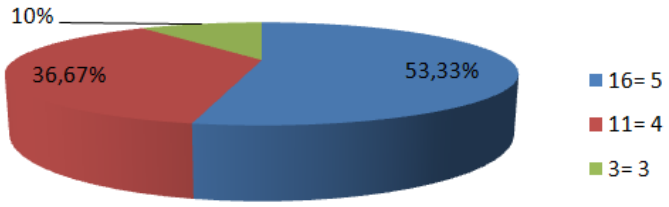


Figura. *4.16. Valoración, Actividades experimentales similares.*

De los resultados asignados por las estudiantes a las investigaciones sugeridas por "ALOP",se evidencia como "Leyes de la reflexión y la refracción" Fue La actividad experimental mejor calificada con 63%, y valoración cinco. Siendo esta valoración coherente, con las respuestas del Pre-test y Pos-test. Pues en las preguntas relacionadas con el temaobtuvieron, mejores avances.

La actividad que se observa con más baja nota fue "Comprendiendo la luz mediante rayos" con una valoración de 36% con cinco, e igual manera para cuatro. Estando ligada con la actividad en la que más dificultades se presentaron. Los materiales no se proporcionaron, adecuadamente, obstaculizando, para ellas el normal desarrollo de las actividades sugeridas. La falta de experiencia de mi parte, considero, fue la causa de esta baja apreciación.

Solo dos estudiantes asignan notas reprobatorias de cero y dos, específicamente con esta investigación.

Las calificaciones que asignan las demás integrantes del grupo son aprobatorias para este tipo de actividades, con los rangos de calificación más alto en cuatro o cinco. Dando a entender la importancia positiva para el grupo de este tipo de enseñanza.

4.3.7. La pregunta siete,trata acerca de la oportunidad de participar activamente.

El 100% de las estudiantes responden haber participado activamente. Justificando con respuestas como:

- “Si porque al tener claridad de los temas , nos motivamos más para la participación
- “Porque éramos grupos pequeños y teníamos los elementos requeridos.
- “Las actividades se desarrollaron con la participación, interacción, manipulación y explicación de los estudiantes.”
- “Aprovechábamos los experimentos para adquirir mayor conocimiento”
- “Realice los experimentos, participe y verifique las predicciones.”
- “Ya que todo era experimental y requería de nuestra constante participación.”
- “Al terminar cada etapa de los talleres, fue explicando y participando, dando nuestros puntos de vista.”
- “Si expuse mis puntos de vista y pude ayudar en varias actividades.”
- “Participe porque las actividades me parecieron muy interesantes.”
- “Pude ver y discutir con mi equipo sobre la luz.”
- “Con la metodología aplicada, me pareció muy constructiva.”
- “Porque cada una debía hacer sus predicciones.”
- “Todas las clases realice la práctica activamente.”
- “Si con el trabajo en grupo, cada una se encargaba de algo distinto.”

Se puede apreciar, como las estudiantes afirman que la estrategia metodológica, propuesta por el aprendizaje activo, les ha ayudado a mejorar la comprensión de conceptos, por medio de los procesos de predicción, verificación y socialización. Donde ellas ocupan el lugar central, siendo muy importante su punto de vista y el de sus compañeras. En un contexto en el que el aprendizaje se produce con las construcciones que va haciendo el grupo.

4.3.8. La octava. Pregunta pretende detectar las actividades experimentales similares a estas. Realizadas en otras oportunidades.

Tabla 4.17 Actividades experimentales similares.

PREGUNTA 8/OPCIONES	ESTUDIANTES	PORCENTAJES
Sí, en muchas ocasiones.	0	0
No, es la primera vez	26	86,67
Algunas veces	4(PARQUE EXPLORA)	13,33

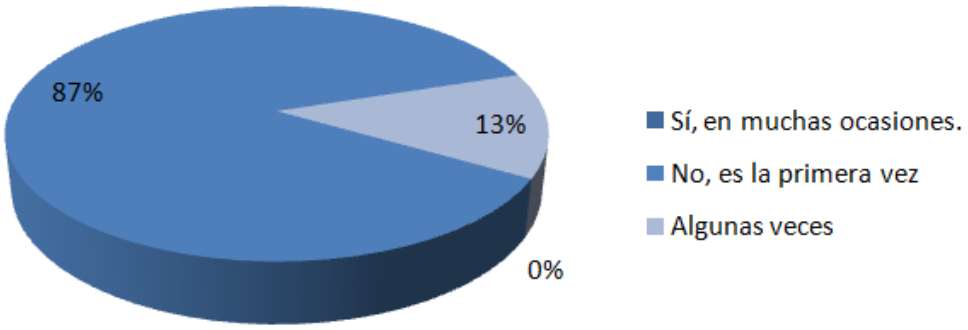


Figura 4.17. Valoración, actividades experimentales similares.

Las estudiantes aprecian en un 86% que es la primera vez que participan en actividades similares a las propuestas en el manual de entrenamiento de aprendizaje activo. La niñas que lo han hecho algunas veces, es porque han participado en los proyectos de investigación propuestos por el parque Explora.

4.3.9. Indagando acerca de lo que más llamó la atención en las actividades. Las alumnas expresan lo siguiente.

- "La metodología para inducir al conocimiento de nuevas actividades y nuevos puntos de vista, con material didáctico."
- "Todo me llamo la atención porque fue una actividad que ayuda a desarrollar las capacidades mentales."
- "El método experimental, mejorar la comprensión."
- "Los trucos de magia óptica."
- "La curiosidad, el aprendizaje que nos aportaba."
- "Lo sencillo que son los experimentos y todo lo que explican de las cosas comunes."
- "Conocer cómo funcionan algunos fenómenos del entorno, conceptos nuevos a través de una metodología didáctica y de experiencias."
- "Teníamos que verificar las hipótesis."
- "Corregí muchas ideas erradas, que tenía de óptica."
- "Los otros puntos de vista de las compañeras, que se expresaban en la socialización"

- “La variedad de experimentos.”
- “Encontrarme con cosas tan nuevas, que a simple vista se ven sencillas y fáciles. resulta ser muy novedoso”
- “La forma como practicábamos las diferentes actividades, el láser, la vela, magia óptica”
- “La formación de imágenes y el arcoíris que se formaba con la luz blanca.”
- “Que permitía comprender de una mejor manera todo lo que vemos.”
- “Que con cosas que comúnmente uno ve y tiene puede hacer experimentos y observar así los fenómenos.”
- “Comprender y analizar muchos conceptos que quizás nos preguntamos, pero no experimentamos hasta entonces.”
- “La reflexión, la refracción los rayos convergentes y divergentes, la dirección del láser y la lámpara.”
- “Cuando se veía el arco iris.la trayectoria del láser con el talco. la magia óptica”
- “Los experimentos que nos mostraron. los ejercicios con las lentes”
- “Los trucos de magia óptica, fueron de gran interés para mí.”
- “La magia óptica y el trabajo con el láser”
- “Descubrir todas las propiedades de la luz, sus fenómenos y todo lo que esta nos muestra”
- “La óptica mágica, por la cosas tan interesantes de la actividad”
- “La manera didáctica de aprender sobre la óptica.”
- “Todo me llamo la atención. nunca había tenido la oportunidad de experimentar con la óptica. aprendí mucho.”
- “Que lo cotidiano no es tan sencillo, como por ejemplo un rayo de luz.”
- “Me gustó mucho la postura analítica, frente al tema, además ser detallistas en las cosas pequeñas pero importantes.”

Se evidencia en las estudiantes un alto nivel de satisfacción en cuanto a la experiencia pedagógica de aprendizaje activo, señalando las experiencias de mayor agrado y la facilidad para su desarrollo y comprensión. Se deja entrever como la estrategia favorece el desarrollo de habilidades para eliminar contradicciones, reflexionar sobre

sus propias ideas antes de responder y la relación de las actividades con el contenido y las situaciones cotidianas. Es decir, esta estrategia articula la teoría, la práctica y la reflexión.

4.3.10. Averiguando acerca de los aspectos por mejorar o negativos. 11 niñas que corresponden al 36% indican que no, “todo fue muy agradable” o “fue muy interesante”.

Las 20 niñas restantes, responden, con afirmaciones como las siguientes:

- “Las explicaciones al final de las predicciones no eran lo suficientemente claras”
- “En ocasiones no había suficiente tiempo para resolver todas las preguntas”
- “Trabajar más las imágenes con lentes para lograr más claridad.”
- “Algunas de las actividades se volvieron monótonas”
- “La rapidez para responder cada pregunta, de resto todo me gusto.”
- “Mil puntos de luz”
- “Algunas de las preguntas no las entendí o eran muy confusas.”
- “Para todas fueron muy buenas”
- “Los trucos de magia óptica, fueron de gran interés para mí.”
- “No, todo me gusto, muy bien preparado y los temas vistos excelentes”
- “Materiales en mal estado que dificulto la práctica (multímetro y/0 bombillitas).”

Se logra comprobar, como las estudiantes, acostumbradas a su papel pasivo, reclaman las explicaciones o instrucción por parte del profesor. Existe también un contraste respecto al tiempo, desde el punto de vista del maestro, el ritmo de trabajo se percibió muy lento, en divergencia con las niñas que se sintieron presionadas a trabajar con rapidez.

4.3.11. Consultando si el material didáctico utilizado facilitó la comprensión de los contenidos. Se obtienen los siguientes datos.

Tabla 4.18 Material didáctico utilizado.

PREGUNTA ONCE / OPCIONES	ESTUDIANTES	PORCENTAJES
COMPLETAMENTE DE ACUERDO	8	26,67
DE ACUERDO	22	73,33
NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	0	0
EN DESACUERDO	0	0
COMPLETAMENTE EN DESACUERDO	0	0

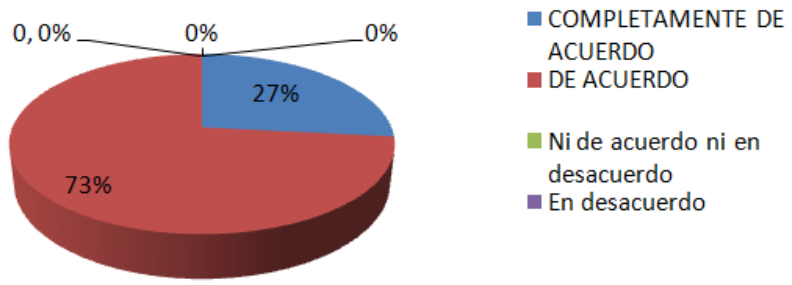


Figura 4.18. Valoración del Material didáctico utilizado.

Las alumnas hacen una alta evaluación al material didáctico, con un 73% y 27% para las opciones de acuerdo y completamente de acuerdo respectivamente. Resaltaron el material accesible y sencillo en la realización de las prácticas experimentales.Ninguna lo rechaza.

4.4. LA CLASE MAGISTRAL Y TRADICIONAL EN LA ENSEÑANZA DE LA ÓPTICA.

Esta estrategia de aprendizaje activo, ofrece una perspectiva muy diferente a la clase magistral y dio respuesta para algunos interrogantes personales, pues en mi historia como educadora, en muchas capacitaciones, se ha tratado el tema de la manera de hacer el proceso de enseñanza y aprendizaje, para que sea efectivo, agradable y comprensivo, con una buena motivación, Sin embargo, no había tenido contacto, hasta ahora, con una práctica que cumpliera con este conjunto de requisitos, El Aprendizaje Activo es un ejemplo concreto. Donde se ha eliminado por completo la clase magistral y el libro de texto, de hecho todos los conceptos fueron construidos por los estudiantes dentro del salón de clase y/o laboratorio, gracias a las investigaciones propuestas en el manual de entrenamiento de óptica y fotónica.

En contraste con la clase magistral y tradicional, desde la practica, no se trabajó con un grupo de control. En la revisión de la literatura relacionada con la instrucción tradicional, y el aprendizaje perdurable y para la comprensión de conceptos, se encuentran variadas investigaciones que señalan que la enseñanza tradicional de la física ha adoptado el principio de aprendizaje de mecanización por repetición, incluso en los contenidos conceptuales de la disciplina.

> En su reconocido libro sobre enseñanza de la física, Arons subrayó: *"…debo puntualizar ahora la siguiente verdad no deseada: tanto como rechacemos las implicancias, la investigación (en aprendizaje de la física) , está mostrando que la simple exposición de ideas abstractas y desarrollos matemáticos (tan atractivos y lúcidos como podamos hacerlos) a oyentes pasivos conduce a resultados patéticamente bajos de aprendizaje y comprensión, excepto en aquel pequeño porcentaje de estudiantes especialmente dotados para la disciplina...".*
> *Este comentario ha sido comprobado en varias ocasiones por investigadores de la educación de la física. [Benegas, 2007].*

La instrucción es generalmente deductiva, con el docente difundiendo conocimientos, mientras que el alumno debe recibirlos y asimilarlos, con actitud esencialmente pasiva. Se enseña por autoridad y memorísticamente, lo que constituye un ejercicio más motriz que mental, que Induce apenas a pequeños cambios en sus ideas alternativas.

> *"Según Gildardo Moreno y Adela Molina (1993), en las escuelas actuales el ambiente educativo se mantiene inalterado: En cuanto al ordenamiento sigue siendo prescriptivo, en cuanto a las relaciones interpersonales es dominado por consideraciones asimétricas de autoridad (autoritarismo) En cuanto a la relación con el conocimiento está inmerso en concepciones transmisiónistas y en lo referente a valores se halla sumido en una farsa en donde lo que se hace está orientado más por la conveniencia que por consideraciones éticas.* [Duarte, 2009]

Son escasos los espacios que facilitan habilidades experimentales, de observación para que él o la estudiante consigan aprender tanto a hacer las cosas por sí mismo como en colaboración con otras personas.

> "Si se prescinde de toda comprobación experimental, dice Loedel (1957), lo que se enseña no es una ciencia sino un dogma". [MARQUEZ, R. 2001]

Se registran dificultades del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en la educación media, la poca motivación y la escasa comprensión de los principios, leyes y conceptos que se estudian y tratamiento insuficiente de algunos temas como la Óptica. Frecuentemente las conexiones entre conceptos, representaciones formales y el mundo real son muy precarias en la instrucción tradicional, es escaso un aprendizaje eficaz y no la simple memorización de algún algoritmo o procedimiento que luego se esfumara con el tiempo; además no se promueve una estructura conceptual coherente. Ciertas concepciones erróneas no son superadas con este tipo de instrucción; tampoco se favorece el incremento en la capacidad de análisis y razonamiento.

> "*Como sabiamente lo afirmó el premio Nobel Herbert Simon, el significado de "saber" ha pasado de poder recordar y repetir información a poder hallarla y utilizarla (Simon, 1966). El objetivo de la educación se concibe, mejor, como el de ayudar a los estudiantes a desarrollar las herramientas intelectuales y las estrategias de aprendizaje que se requieren para adquirir el conocimiento que le permite a la gente pensar productivamente.*" [BRANSFORD, JOHN, BROWN, A.& COCHING, R. 2007].

Muy distante de la enseñanza por transmisión, la estrategia de aprendizaje activo, promueve en el escenario de la clase, que el estudiante se constituya en el eje central. Planteándose posturas frente a la información que está abordando desde el desarrollo de procesos más rigurosos y significativos. Simultáneamente, reconociendo lo que "no sabe" e interesándose en buscar alternativas de solución en beneficio propio. Los resultados en investigaciones en ciencia de la educación van en la misma dirección: los estudiantes aprenden muy poco en cursos tradicionales. No obstante la exposición tradicional es pertinente. En los primeros niveles, sobre todo, cuando es imprescindible introducir los conceptos ayudándose de objetos y hechos concretos debido a que el grado de abstracción es muy bajo.

4.5. SOBRE EL APRENDIZAJE DE LA ÓPTICA

Al calcular la ganancia normalizada[2] ,se observa que:

$$\text{GANANCIA NORMALIZADA} = \frac{(CLASEPROMEDIOPOST-TEST)-(PROMEDIOCLASEPRE-TEST)}{(100-PROMEDIOCLASEPRE-TEST)} * 100\%$$

$$\text{GANANCIA} = \frac{(56{,}3)-(22{,}4)}{(100-22{,}4)} * 100 = 43{,}7\ \%$$

"El uso del factor "*g*" (ganancia relativa de aprendizaje conceptual o factor de Hake), establecido por Richard R. Hake. Indica la ganancia promedio del aprendizaje conceptual normalizado. Se determina a partir de los aciertos obtenidos en el instrumento de evaluación utilizado corresponden al puntaje porcentual del pre-test y el post-test.

$$\text{GANANCIA NORMALIZADA} = \frac{(CLASEPROMEDIOPOST-TEST)-(PROMEDIOCLASEPRE-TEST)}{(100-PROMEDIOCLASEPRE-TEST)}$$

Con la ganancia relativa de aprendizaje es posible clasificar tres niveles de logro, estos son:

A) *g* alto. Cuando el resultado obtenido para *g* es ≥ 0.7
B) *g* medio. Cuando el resultado obtenido para *g* está en el rango 0.3 ≤ *g* ≤ 0.7
C) *g* bajo. Cuando el resultado obtenido para *g* es ≤ 0.3." [Telléz, A.2010].

Las estudiantes obtuvieron una ganancia normalizada de 0,43, en correspondencia con esta ganancia relativa de aprendizaje, se puede ubicar en un nivel medio, relacionado con los aciertos. Mostrando un cambio conceptual, trascendiendo lo que se pudo haber logrado en una clase tradicional.

[2] TOMADO DEL MANUAL DE ENTRENAMIENTO "ALOP" PÁGINA 232

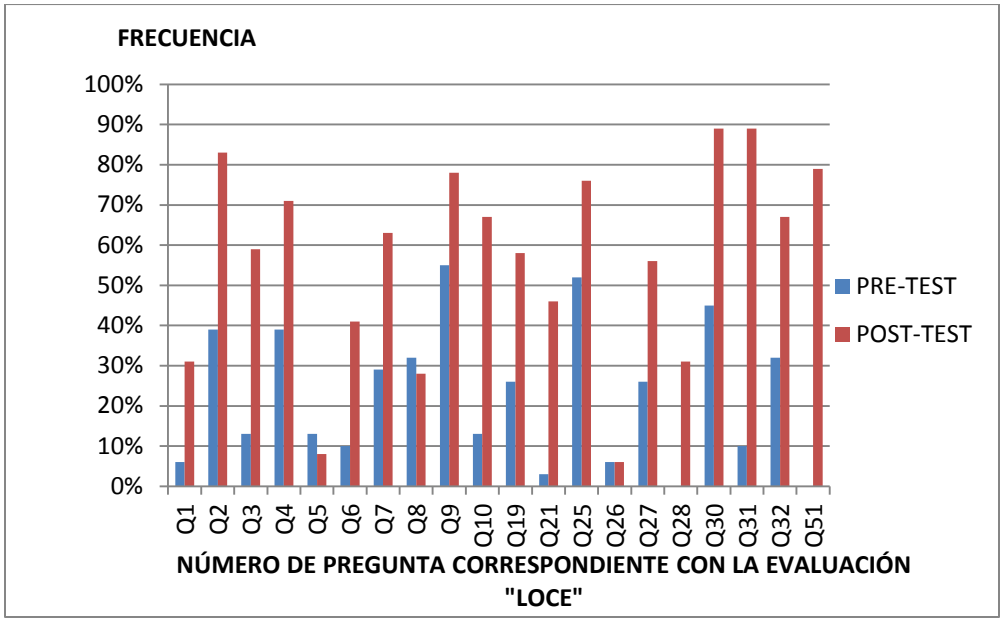


Figura 4.19 contraste de porcentaje aciertos entre pre-test y post-test

En La figura 4.19, se aprecia los aciertos de las 31 estudiantes, en las en cada una de las 20 preguntas. Las columnas rojas correspondientes con el post-test presentan mayor frecuencia en su mayoría. Se observa como solo en la pregunta catorce presenta la misma frecuencia para el pre-test y el post-test. En las preguntas 5 y 8 los aciertos obtienen mayor frecuencia en el pre-test.

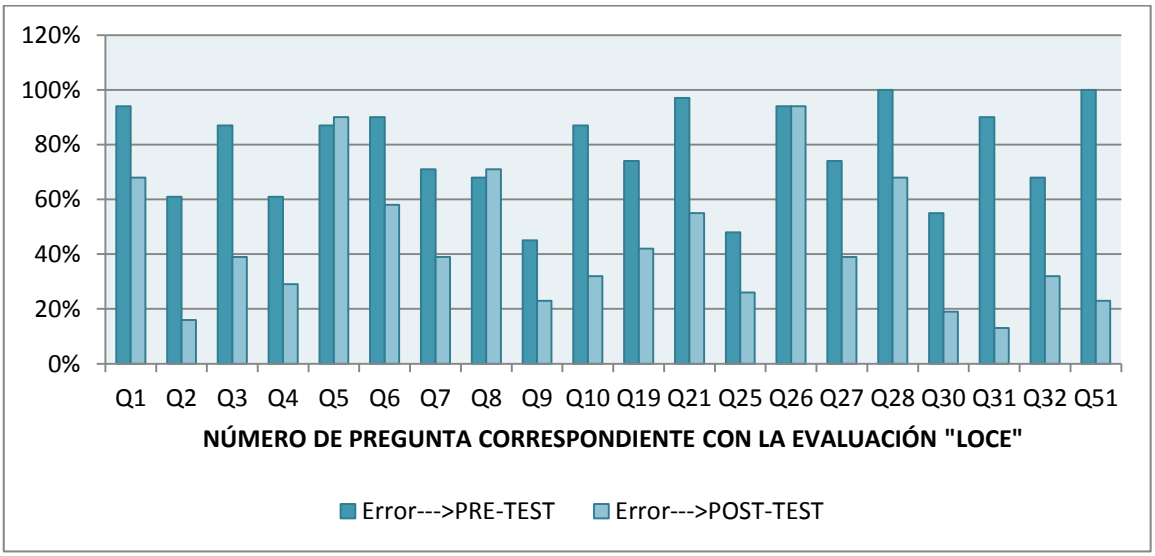


Figura 4.20 contraste de porcentaje de errores entre pre-test y post-test.

En 17 de las 20 preguntas, el porcentaje de error es mayor en el pre-test, respecto al post-test. Verificando, como disminuye el margen de error, igualmente se puede afirmar que las actividades de aprendizaje activo, mejoraron los conceptos que tienen las estudiantes sobre la óptica geométrica.

Los resultados obtenidos, muestran que en la encuesta de satisfacción, las estudiantes, asignan un 60% al interés que la estrategia logra. Y un 56% al conocimiento sobre el tema de óptica, desde su sentir. No estando muy alejado del rango de ganancia Normalizada de 43.7 % obtenido por el grupo.

En otras palabras es importante resaltar la incidencia que tiene sobre el aprendizaje de las estudiantes el trabajo con el Manual de Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica, pues de acuerdo con los resultados derivados del análisis estadístico de las respuestas al pre-test y pos-test (anexos 1 y 2) y del análisis de la Encuesta, se puede afirmar que en gran medida la mayoría de las estudiantes logran cambios significativos en los conceptos de óptica, logrando una mayor comprensión de los mismos, evidenciándose un aumento en el porcentaje de respuesta que responden acertadamente.

Igualmente los resultados muestran que las estudiantes se sienten más cómodas con este tipo de trabajo lo valoran en gran medida pues consideran que logran aprender mejor de esta manera, además resaltan la importancia de realizar las predicciones.

Se puede decir que este tipo de trabajos es altamente valorado por las estudiantes, pues de acuerdo a la encuesta de satisfacción, ellas expresan que se sienten agusto, que logran realmente trabajar en equipo.

Desde una perspectiva didáctica el diseño del manual de entrenamiento de aprendizaje activo de óptica y fotónica parece basarse en cinco principios básicos de aprendizaje, a saber: i) Constructivismo, ii) Contextualización, iii) Dinámica de cambio, iv) Función de distribución y v) Dimensión social. (tratados en el segundo capítulo sección 2.1.). Además, sus procesos parten del conocimiento previo de los estudiantes, que se incorpora como material valioso para el maestro, en el ejercicio de cualificar su práctica de la enseñanza de la Física.

Cada una de las investigaciones propuestas por el manual de entrenamiento, presenta una serie de actividades, con una secuencia didáctica clara, partiendo del registro de las ideas propias, continuando con la contrastación de opiniones, verificando con las predicciones, interpretando las observaciones y confrontando con los resultados. Se facilita, la construcción de ideas y adquisición de habilidades, acordes con el principio constructivista (sección 2.1.1).

Se materializa los fundamentos teóricos, del aprendizaje activo con el cumplimiento del principio de aprendizaje social: la presentación de sus diferentes respuestas, acordes con sus características motivacionales y particulares, para comprender las características de los fenómenos de la óptica, creando una propia estructura de interacción social comunicativa, siendo el trabajo en grupo con el que se aprende un factor determinante. Porque es así, como se favorece la transformación de significados con el aporte de todas las alumnas, favoreciendo la madurez cognitiva de cada una, lo que da lugar al cumplimiento de dicho principio (2.1.5).

En la socialización de las predicciones, se registraron, la existencia de algunas ideas alternativas persistentes, luego de que las estudiantes ya habían interactuado y tenido contacto con experiencias de física. Para superar esta situación y teniendo en cuenta que las personas no aprenden del mismo modo, en la mesa de trabajo se privilegió la combinación de diferentes estrategias de aprendizaje. Cumpliéndose el principio de cambio, tratado en el capítulo dos (2.1.3). La variedad de metodologías; las predicciones, las prácticas experimentales, la socialización, el ejercicio de escritura y los conversatorios para hacer consensos. Logran mantener la atención y ofrecer formas diferentes de apropiarse de la realidad.

En esta aproximación didáctica las estudiantes reconocieron cualidades como: los valores de la crítica, la coherencia, el diálogo constructivo ,la comunicación, la disposición a la cooperación, el deseo y la voluntad de saber, que caracterizan el ideal del trabajo de las ciencias naturales; con efectos de reconocer el error, privilegiando la duda, estimulando la búsqueda intensiva y extensiva de “respuestas correctas”, con acciones reciprocas fructíferas desde las relaciones de colaboración fundamentadas en

el respeto mutuo. Esta serie de actividades, confirman que poner en marcha habilidades cognitivas, tales como resolver situaciones reales y analizar datos, es una estrategia efectiva para atender a la diversidad en clase. Pues el conocimiento no es absoluto sino dependiente del contexto correspondiente con el principio contextual.(2.1.2). El conocimiento al que se hace referencia, es el que implica, la apropiación de información, manejar el lenguaje y las representaciones para modificarla, en la que el sujeto se apropia hasta el punto de que sus modificaciones son valoradas como aportes al desarrollo de dicha información

Los diferentes tópicos de la óptica se van presentando de manera conveniente, en forma de sistemas conceptuales, organizados interrelacionados y jerarquizados. Para que el estudiante pueda hacer sus propias abstracciones y generalizaciones, a partir de las prácticas experimentales, los resultados obtenidos, y las posibles interrelaciones para facilitar la claridad y comprensión de los conceptos. De acuerdo con variación del aprendizaje en sus diferentes dimensiones y como elabora o reconstruye la información conforme con el principio de la función de distribución.(2.1.4).

El conocimiento de la estrategia de aprendizaje activo, asimilado a través de la experiencia y participación en el proyecto ALOP, sugiere la posibilidad pedagógica de extenderlo a otros ámbitos conceptuales en la enseñanza de la Física; siendo retador para el maestro lograr una adecuada optimización del tiempo, con una selección y dosificación asertiva de las practicas experimentales propuestas por el manual de entrenamiento, de acuerdo con las necesidades en la educación básica y media; todo ello orientado a la generación de una cultura científica en las jóvenes, con explicaciones de su mundo cercanas a las científicas, valiéndose de formas de trabajo propias de la ciencia, concibiéndola como construcción humana y colectiva, así como estableciendo relaciones entre la ciencia, la técnica y la sociedad.

El método permite hacer visible como se favorece la función del componente afectivo y contextual (donde el sujeto que aprende depende de cómo se ve y como se siente), examinando respuestas a sus propias dudas, generando deseo y motivación para saber

y comprender pues, sin ilusión no hay posibilidades de aprendizaje. La motivación se puede observar en el aula con características y acciones concretas, como demostrar interés, curiosidad y el deseo de realizar las actividades con entusiasmo, puesto que la persona aprende de lo que quiere y le interesa. Cuando se logra traspasar el interés, la capacidad de asombro y el deseo de aprender de cada estudiante respecto al conocimiento científico, surge una ganancia actitudinal hacia la Física. Asimismo, se facilita la comprensión desde las percepciones de las estudiantes, así como las oportunidades para manipular variables que definen el conocimiento Físico y su formulación a nivel elemental, afirma Paolo Guidoní*. "[* AYALA, M., GARZÓN M. & MALAGÓN F.2007]

> *"Se podría, pues, considerar la dinámica de conocimiento. Como un proceso dialéctico entre Experiencia-Lenguaje-Conocimiento: se adquiere experiencia, se habla de ella y se usa un conocimiento que ya existe y sobre el que es preciso trabajar; y haciéndolo se generan nuevas experiencias, lenguajes y conocimientos".*

La Física es una ciencia versátil en sus contenidos y activa en su propia concepción, por consiguiente el abordaje de la física no es sencillo. Se hace necesario que los profesores de esta ciencia perseveremos firmemente atentos y abiertos a los cambios. Sin embargo en la realidad se evidencia una fuerte resistencia al cambio. Siendo urgente romper, por todos los medios, la idea preconcebida y arraigada en la sociedad de que la física es aburrida, dura, infructuosa y muy difícil. Como respuesta es preciso aferrarse a todas las dimensiones y procesos de las ciencias para implementar cambios en la manera de enseñar.

Es trascendental advertir como el desarrollo de las prácticas propuestas deja al descubierto la presencia de ideas alternativas que son persistentes, como se observa, por ejemplo, en relación con el tamaño de una lente y su distancia focal, en la asiduidad del mismo error en las respuestas a la pregunta 26, antes y después de la intervención del LOCE (anexos uno y dos). Sería interesante a futuro, verificar si un cambio puede ocurrir como resultado del pre-test, considerándolo como un ejercicio, nunca como una prueba, que es lo recomendado por "ALOP". De esta manera, se tendría un indicador

para ajustar la investigación y la instrucción, para tratar de manera más cuidadosa estos tópicos, con la pretensión de provocar posteriores transformaciones y obtener mejores resultados.

Los experimentos de manipulación son una manera eficaz de aterrizar el conocimiento que va surgiendo; pero ellos solos no permiten ver las comprensiones conceptuales latentes que ayudan a la generalización. No existe ninguna práctica docente universal que sea la mejor. Centrarse en cómo aprende la gente también les ayudará a los maestros a superar las divisiones disyuntivas que han cubierto el campo de la educación. Luego de facilitar el uso de reglas para las representaciones con entendimiento de los conceptos fundamentales, se debe dar paso a la formalización, un proceso necesario para lograr el nivel científico. En futuras investigaciones, es importate indagar cómo el estudiante estará más preparado para manipular las variables que definen el conocimiento físico y su formalización, así como si esta estrategia de aprendizaje activo permite acondicionar y respaldar la formalización matemática de los conceptos de la física, reflejandose a futuro en su comprensión.

5. SINTESIS Y PERSPECTIVAS

- Con la participación en el taller de “ALOP”, la intervención en el aula, En la Institución Educativa CEFA. El análisis de la encuesta y los resultados obtenidos con la aplicación práctica de la metodología de aprendizaje Activo en la enseñanza de la óptica, y con el análisis comparativo del pre-test y pos-test, fue posible verificar que: se familiariza a las estudiantes con los procesos de la ciencia, transformando su propio conocimiento (ideas alternativas) en ideas formalizadas por la ciencia, a través de la construcción de redes conceptuales. *Guiados por Manual de Entrenamiento* de *Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica,* el cual presenta fenómenos ópticos preparados en situaciones apropiadas, para interpretar fenómenos de su medio y su cotidianidad, en algunos casos específicos ofreciendo contraejemplos a sus ideas alternativas.

- En efecto, el factor de ganancia normalizada obtenido del 43%, las figuras 4.19 y 4.20 permiten cotejar el pre-test y el post-test de los anexos uno y dos, mostrando que el 85% de las preguntas (17 de 20) disminuye su margen de error. Mostrando cambios significativos, consiguiendo una mayor comprensión en los conceptos de óptica.

- La estrategia de aprendizaje Activo permite la retroalimentación que orienta la modificación, el refinamiento del pensamiento y adquisición de habilidades:
    - El estudiante formula sus propias hipótesis y conclusiones, aunque éstas sean erróneas; permitiéndole la oportunidad de que él mismo lo compruebe. Con la sutileza se aprovecha el error, en beneficio del aprendizaje, estimulando a cada participante a sentirse competente para la realización de la tarea propuesta y a mejorar lo que todavía no ha obtenido. Se manifiesta también cuando el pensamiento de las estudiantes se hace visible para ellas mismas y los demás, en la socialización.

- El aprendizaje es guiado por las investigaciones, con intencionalidades bien orientadas, materializadas en las preguntas incluidas en las actividades, las cuales se despliegan en un contexto social concreto, mediante la socialización.
- El conocimiento no está dado ni se encuentra hecho, tampoco es externo a los estudiantes; es reconstruido con las observaciones, predicciones y verificaciones de las actividades experimentales, que se interrelacionan desde el entorno, integrando la razón, los sentimientos y los sentidos, en un continuo de lo concreto a lo abstracto.
- Las actividades propuestas son retadoras, y generan asociación libre, donde el silencio y el orden desaparecen, porque cada equipo esta interactuando, tratando de enfrentar el conflicto cognitivo, sustentando razones; aprovechando ideas ya existentes que se han trabajado con ideas concretas, que surgen de experiencias cercanas a la cotidianidad.

- A nivel personal, me ha quedado claro que se debe evitar en la medida de lo posible, la clase magistral, pues es más valioso:
  - Escuchar las dudas de las estudiantes.
  - Detectar las representaciones, mentales que elaboran sobre tópicos que, para el profesor, son sumamente claros e incuestionables, mientras que a ellas les resultan contrapuestos.
  - Programar actividades, que permitan confrontar sus concepciones y enfrentarse a sus propias dudas tratando de resolverlas mediante comentarios precisos o sugerencias acerca de cómo pensar con más cuidado.
  - Suplir las conferencias magistrales por lecturas recomendadas como trabajo extraclase y/o mediante conferencias que se pueden ofrecer con medios interactivos. A futuro, una buena tarea consiste en combinar la estrategia de aprendizaje activo con tecnología de la información y la comunicación “TICS”.
- Las potencialidades de la Física como una disciplina predominantemente experimental en la Educación Media, permite realizar una adecuación de la estrategia metodológica de aprendizaje activo en la enseñanza de la óptica, inmerso dentro de un ciclo didáctico que fortalezca el aprendizaje y formalización

de los conceptos tratados. Ahora bien, la evaluación que se propone en el manual de entrenamiento es de carácter formativa, No difiere con el ciclo didáctico.

- Se deben seleccionar y modificar de manera precisa las investigaciones del manual de entrenamiento ALOP que se vayan aplicar en la Educación Media, debido a la necesidad de optimizar el tiempo. Es importante anotar que este manual fue hecho originalmente en inglés, y sus traducciones al español contienen construcciones gramaticales poco claras para las estudiantes en ciertas lecturas y preguntas.

- La educación en Colombia se enfrenta a retos como la calidad de la enseñanza, la inclusión, la formación basada en competencias y la investigación entre otras. De esta forma, la estrategia de aprendizaje activo en la enseñanza de la óptica con un estilo de enseñanza innovadora; donde el estudiante comparte la responsabilidad del éxito y fracaso con el profesor. Es propicia para abordar dichos retos.

- En perspectiva, con una futura exploración, será interesante Identificar:
  - Las causas por las cuales: no se presentaron avances en el contraste del análisis del pre-test y pos-test.
  - Las preguntas, que a pesar de haber alcanzado avances, el porcentaje de respuestas erradas, es más alto que las acertadas.
  - Señalar e identificar, los motivos por los cuales algunas de las ideas alternativas, persisten, a pesar de la práctica experimental y el consenso de significados. Con un sondeo desde diferentes matices, como el lenguaje utilizado, las orientaciones pertinentes, la socialización y discusión del tema.
  - Incidencia de los errores por la inexperiencia del maestro experimentador.
  - Brindar el tiempo suficiente al análisis del pre-test, en el transcurso de la intervención, para pretender una adecuada articulación de los montajes, las guías de trabajo y profundización de los tópicos con mayores porcentajes de error.
- Socializar la experiencia en otras instituciones educativas, comprobando los resultados en cuanto a la calidad del aprendizaje de las estudiantes.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEJANDRO, C. (2004). Prácticas de laboratorio de Física general en internet. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 3, Nº 2, 202-210. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba.

ALEMAN,R. & PÉRZ, J. (2000).enseñanza por cambio conceptual de la física clásica a la Relatividad./Revista electrónica enseñanza de las ciencias, 18 (3), 463-471

BARBOSA, L. H. (2008). Los Experimentos Discrepantes en el aprendizaje activo de la Física. Dpto. de Ciencias Naturales, Universidad Central, Bogotá, Colombia. (ISSN 1870 - 9095).

BARBOSA, L.H. & TALERO, P. H. (2008). La compuerta mágica: Descripción de un flujo discrepante en dos globos elásticos interconectados. Depto. de Ciencias Naturales, Universidad Central, Santa fe de Bogotá, Colombia.

BENEGAS, J. (2007). Tutoriales para Física Introductoria: Una experiencia exitosa de Aprendizaje Activo de la Física. Revista. Departamento de Física/IMASL, Fac. Cs. Fís. Mat. y Naturales, Univ. Nacional de San Luis/CONICET, Argentina.

CASTELLANO, H. (2005). ¿Qué cosa es "aprender a aprender"?. *Contexto Educativo™ y Nueva Alejandría Internet. Argentina.*
http://contexto-educativo.com.ar/2005/3/nota-10.htm

CHEVALLARD Y. (1997)/ La transposición didáctica del saber sabio al saber enseñar.

DIAZ, M., RIESCO, M. & MARTINEZ, A.B. (2005) / Hacia el aprendizaje activo: un caso práctico en la docencia de Sistemas Operativos (ISSN 0211-2124,) Oviedo, España.

DUARTE, J.: Ambiente de aprendizaje. Una aproximación conceptual. Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653). ufap.dgdp.uaa.mx/descargas/ambientes_de_aprendizaje

Estrategias para su puesta en práctica en el aula. Vol. 36, Nº. 9, Área de Ciencias (Física y Química). Colegio Luisa de Marillac, España, Revista Iberoamericana de Educación. ISSN 1681-5653.

FLÓREZ, V. N. & MORENO J. E. (2009). Aprender a enseñar ciencias vinculando el museo como recurso didáctico para la enseñanza del sistema circulatorio humano. Tesis. Universidad de Antioquia facultad de Educación, Maestría en educación. Medellín, Colombia. http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/677/1/AprenderEnsenarCiencias.pdf

GALLEGO, R.(2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales**./** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 3, Nº 3, 301-319.

GARCIA, A. (2005). Situaciones sofísticas en el aprendizaje de la física.

GARCIA, C.P. (2004). Más allá de la Hermenéutica y la Mayéutica. Universidad de Antioquia. Colombia

GRECA,I & MOREIRA, M. A. Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, Proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético.
http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/N1/5artigo.htm

H., D.V. y SANMARTI, NEUS. (2003) /Intentando consensuar con futuras profesoras de ciencias los objetos y criterios de su evaluación. Universidad Nacional del Comahue. Argentina /Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universidad Autónoma de Barcelona.
Http//www. Journal.lapen.org.mx.

http://www.cudi.mx/aplicaciones/dias_cudi/10_11_24/Cesar_Mora.pdf

LUNAZZI, D., MAGALHÃES, M. C., IGREJAS, A. & SERRA, R. (2010). La óptica de imágenes en la extensión universitaria de Unicamp. Revista. Ciudad de la Habana, Cuba. (ISSN 1870-9095)
http//www.journal.lapen.org.mx.

MÁRQUEZ, R., Las experiencias de cátedra como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física. 2001.
http://polyakov.matem.unam.mx/sanchez/documentos/experiencias.pdf

MEDINA, J. & TARAZONA, M. (2011). El papel del experimento en la construcción del conocimiento físico, el caso de la construcción del potencial eléctrico como una magnitud física. Elementos para propuestas en la formación inicial y continuada de profesores de física. Trabajo de investigación. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

WILSON.,.MG (1996), El aprendizaje activo: Cantidad, medida, recuento de profundidad. El profesor de Enseñanza, Articulo de revista.

MASSONI, N.H. Y MOREIRA,M. A., (2010)Un enfoque epistemológico de la enseñanza de la Física: una contribución para el aprendizaje significativo de la Física, con muchas cuestiones sin respuesta / Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 9, Nº 2, 283-308 283

MEDINA,L. Y MEJÍA S., ¿Cuál es la concepción de ciencia que se refleja cuando los maestros de ciencias naturales organizan los contenidos a enseñar./
www.pedagogica.edu.co/revistas/ojs/index.php/TED/article/.../245

BRANSFORD, JOHN, BROWN, A.& COCHING, R. 2007.Cómo aprende la gente. Cerebro, mente, experiencia y escuela. Capitulo 1 . National Research Council (U.S.). Committee on Developments in the Science of Learning, /

AYALA, M., GARZÓN M. & MALAGÓN F.2007 Consideraciones sobre la formalización y matematización de los fenómenos físicos./ Redalyc Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Universidad Pedagógica Nacional.Colombia. www.redalyc.org

MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. (1998). Lineamientos Curriculares. Santa fe de Bogotá, Colombia.

MORA, C. E. Aprendizaje activo de la física y el 50 aniversario de la comisión ice: futuros proyectos. Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, México.

PICQUART, M. (2007). ¿Qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física?. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México D.F, México. (ISSN 1870 - 9095).

POSADA, J. M. de. (2002) Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias/ *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 1, Nº 2, 92-113. Málaga, España.*

RAMÍREZ, M. (2011). /La experimentación en el aprendizaje de la física ¿Una necesidad, un medio o una estrategia perjudicial? Ensayo elaborado en el marco del curso de Ciencias Cognitivas de la Pontificia Universidad Católica. Valparaíso.

RUIZ, J.C. (2005) /Alternativa metodológica para la formación integral de los estudiantes desde el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, Tesis, Camagüey

SAAVEDRA, A. & MEZA, L. (2004). ¿Cómo lograr la transferencia de las ciencias naturales a la vida cotidiana? Universidad de Talca (Chile).Instituto de Química de Recursos Naturales.

SALEMI, M. (2007). Defensa del aprendizaje activo mediante un ejemplo. Revista Asturiana de Economía - RAE Nº 38. Universidad de North Carolina, Chapel Hill. http://www.revistaasturianadeeconomia.org/raepdf/38/39_54SALEMI.pdf

SCHWARTZ, S. &POLLISHUKE, M. (1998), \Aprendizaje activo: una organización de la clase centrada en el alumnado", traducción de Pablo Manzano, Narcea, S.A., Madrid, España.

SOKOLOFF, D.; BEN, Z.; Culaba, I.; Lakshminarayanan, V.; Maquiling, J. &Maz-zolini, A. (2006), \Manual de Entrenamiento ALOP, 'Active Learning in Optics and Photonics'", UNESCO http://www.duoc.cl/cfd/docs/aprendizaje-activo-metodologias-ducativas.pdf

TÉLLEZ, A. (2010); Secuencias didácticas ABP para Principios de la dinámica y leyes de Newton en bachillerato. Instituto politécnico nacional centro de investigación en ciencia aplicada y tecnología avanzada (México). http://www.cicata.ipn.mx/FILES/PDF/PROFE_M_20100200_001.PDF

7. ANEXOS

ANEXO 1.TABLAS DE DATOS PARA EL PRE-TEST

RESPUESTAS

RESPUESTAS	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	Q 19	Q 21	Q 25	Q 26	Q 27	Q 28	Q 30	Q 31	Q 32	Q 51
A	24	10	14	2	14	3	6	0	0	2	8	2	4	6	8	14	14	10	9	0
B	3	3	10	13	4	4	1	3	17	5	4	6	3	9	8	7	0	3	2	0
C	2	12	0	12	9	5	9	10	2	2	8	7	2	0	9	2	1	4	10	0
D	0	3	4	2	0	8	0	0	2	4	3	1	2	2	0	0	3	3	2	0
E	0	0	0	0	1	0	2	5	3	4	3	8	16	5	2	2	4	3	2	0
F	0	0	0	0	0	0	2	2	1	4	0	1	1	1	1	2	0	0	1	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EN BLANCO	2	3	3	2	3	11	11	11	5	10	5	6	3	7	3	4	7	8	5	31

PORCENTAJES

Error--->	94%	61%	87%	61%	87%	90%	71%	68%	45%	87%	74%	97%	48%	94%	74%	100%	55%	90%	68%	100%
RESPUESTAS	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	Q 19	Q 21	Q 25	Q 26	Q 27	Q 28	Q 30	Q 31	Q 32	Q 51
A	77%	32%	45%	6%	45%	**10%**	19%	0%	0%	6%	26%	6%	13%	19%	**26%**	45%	**45%**	32%	29%	0%
B	10%	10%	32%	42%	**13%**	13%	3%	10%	**55%**	16%	13%	19%	10%	29%	26%	23%	0%	10%	6%	0%
C	**6%**	**39%**	0%	**39%**	29%	16%	**29%**	**32%**	6%	6%	**26%**	23%	6%	0%	29%	6%	3%	13%	**32%**	0%
D	0%	10%	**13%**	6%	0%	26%	0%	0%	6%	13%	10%	**3%**	6%	**6%**	0%	**0%**	10%	**10%**	6%	0%
E	0%	0%	0%	0%	3%	0%	6%	16%	10%	**13%**	10%	26%	**52%**	16%	6%	6%	13%	10%	6%	0%
F	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	6%	3%	13%	0%	3%	3%	3%	3%	6%	0%	0%	3%	0%
G	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	6%	0%	0%	0%
H	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
I	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
J	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
M	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EN BLANCO	6%	10%	10%	6%	10%	35%	35%	35%	16%	32%	16%	19%	10%	23%	10%	13%	23%	26%	16%	100%
CORRECTAS	C	C	D	C	B	A	C	C	B	E	C	D	E	D	A	D	A	D	C	B

ANEXO DOS

TABLA DE DATOS PARA EL POST-TEST

RESPUESTAS	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	Q 19	Q 21	Q 25	Q 26	Q 27	Q 28	Q 30	Q 31	Q 32	Q 51
A	16	2	7	3	25	13	6	7	1	1	5	2	0	2	19	6	25	3	3	7
B	5	2	4	6	3	3	3	6	24	1	0	5	0	11	3	7	0	0	4	24
C	10	26	1	22	4	6	19	9	0	5	18	9	2	1	5	0	1	1	21	0
D	0	1	19	0	0	2	3	3	0	2	2	14	3	2	3	10	0	27	0	0
E	0	0	0	0	0	0	0	6	3	21	6	1	23	11	1	4	1	0	3	0
F	0	0	0	0	1	7	0	0	2	1	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0
G	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0
H	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EN BLANCO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

PORCENTAJES

Error--->	68%	16%	39%	29%	90%	58%	39%	71%	23%	32%	42%	55%	26%	94%	39%	68%	19%	13%	32%	23%
RESPUESTAS	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 5	Q 6	Q 7	Q 8	Q 9	Q 10	Q 19	Q 21	Q 25	Q 26	Q 27	Q 28	Q 30	Q 31	Q 32	Q 51
A	52%	6%	23%	10%	81%	**42%**	19%	23%	3%	3%	16%	6%	0%	6%	**61%**	19%	**81%**	10%	10%	23%
B	16%	6%	13%	19%	**10%**	10%	10%	19%	**77%**	3%	0%	16%	0%	35%	10%	23%	0%	0%	13%	77%
C	**32%**	**84%**	3%	**71%**	13%	19%	**61%**	**29%**	0%	16%	**58%**	29%	6%	3%	16%	0%	3%	3%	**68%**	0%
D	0%	3%	**61%**	0%	0%	6%	10%	10%	0%	6%	6%	**45%**	10%	**6%**	10%	**32%**	0%	**87%**	0%	0%
E	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	19%	10%	**68%**	19%	3%	**74%**	35%	3%	13%	3%	0%	10%	0%
F	0%	0%	0%	0%	3%	23%	0%	0%	6%	3%	0%	0%	0%	10%	0%	10%	0%	0%	0%	0%
G	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	0%	13%	0%	0%	0%
H	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
I	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
J	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
M	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
EN BLANCO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
CORRECTAS	C	C	D	C	B	A	C	C	B	E	C	D	E	D	A	D	A	D	C	B

ANEXO TRES

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CENTRO FORMATIVO DE ANTIOQUIA GRUPO 11 CIENCIAS QUIMICAS FECHA_____

1. **¿Cómo valoraría usted los recursos y materiales para las actividades experimentales?**

☐ Muy adecuadas ☐ Adecuadas ☐ Inadecuadas ☐ Muy inadecuadas

2. **¿Cómo valoraría usted la claridad de las guías de trabajo para las actividades experimentales?**

☐ Muy claras ☐ claras ☐ Confusas ☐ Muy confusas

3. **¿Cómo valora el contenido y las actividades realizadas de óptica en el laboratorio? Seleccione tantas opciones como considere adecuadas.**

☐ **A. Interesantes: me hacen querer saber más sobre la materia**

☐ **B. Divertidas**

☐ **C. Me hacen pensar**

☐ **D. Me permiten ver otros puntos de vista**

☐ **E. Ninguno de los anteriores**

4. **¿Las actividades desarrolladas y la propuesta metodológica, han aumentado *su interés* por la óptica?**

☐ Completamente de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo ☐ Completamente en desacuerdo

5. **¿Las actividades desarrolladas y la propuesta metodológica, han aumentado *su conocimiento* por la óptica?**

☐ Completamente de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo ☐ Completamente en desacuerdo

Dé una nota de 0 a 5. (siendo cero la más baja y cinco la más alta) para cada uno de los experimentos:

☐ A. Mil puntos de luz	☐ B. Intensidad de la luz de una fuente puntual.
☐ C. Rayos de luz divergentes y paralelos	☐ D .Comprendiendo la luz mediante rayos
☐ E. Leyes de la reflexión y la refracción	☐ F. Refracción, dispersión y el arco iris
☐ G. Cómo se forman las imágenes con lentes.	☐ H.Trucos mágicos con Óptica

6. **¿Tuvo usted la oportunidad de participar activamente?**

☐ SÍ ☐ NO Por favor especifique su respuesta.

---

7. **Ha realizado Actividades experimentales similares a estas en otra oportunidad?**

☐ Sí en muchas ocasiones. LUGAR_____ ☐ No es la primera vez

☐ Algunas veces. LUGAR_____

8. **¿Qué fue lo que le llamó más la atención en las actividades?**

_____

_____

_____

9. **¿Existió algo que a usted no le gustó?**

_____

_____

---

10. **El material didáctico utilizado facilitó la comprensión de los contenidos.**

☐ Completamente de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo ☐ Completamente en desacuerdo

11. **El material didáctico utilizado facilitó la comprensión de los contenidos.**

☐ Completamente de acuerdo ☐ De acuerdo ☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo

☐ En desacuerdo ☐ Completamente en desacuerdo

MUCHAS GRACIAS POR SU VALIOSA COLABORACIÓN.