

MÉTODO DEDUCTIVO PARA EL INICIO DE LA TEMÁTICA: FENÓMENOS Y NATURALEZA DE LA LUZ A PARTIR DEL FENÓMENO DE DIFRACCIÓN

DEDUCTIVE METHOD: PHENOMENA AND NATURE OF THE LIGHT FROM THE DIFFRACTION PHENOMENON

*Ángela Marcela Galindo¹
Deicy Paola Murcia²
Johana Katerine Morales³*

Resumen

En este trabajo desarrollamos un material didáctico sobre el tópico de la difracción de la luz pues consideramos que este es un punto de partida para el estudio de diversos fenómenos ondulatorios. La propuesta didáctica consistió en la elaboración de un folleto para introducir al estudiante y captar su atención hacia el análisis de dicho fenómeno, posteriormente se realizó la experiencia de laboratorio orientando al estudiante a confrontar sus argumentos antes y después de observar el fenómeno. Los resultados obtenidos demostraron que el hecho de plantear la situación mentalmente y buscar explicación en la lógica común para luego confrontar con la experiencia real genera un impacto mental que contribuye a la construcción de conocimiento, no como la búsqueda de alguna verdad, sino como la búsqueda de explicaciones lógicas y científicas a lo observado en el mundo natural.

Palabras clave: Difracción; enseñanza de la física.

Abstract

In this work we develop a didactic material on the topic of diffraction of light as we consider that this is a starting point for study different wave phenomena. The didactic proposal consisted in the elaboration of a brochure to introduce students and to capture his attention towards analysis of this phenomenon, after that, laboratory experience was developed, orienting the student to confront his argumentations before and after observing the phenomenon. Results obtained showed that the fact of mentally posing the situation and seeking explanation in the common logic and then confronting with real experience generates a mental impact that contributes to knowledge construction, not as the search for some truth, but as the search from logical and scientific explanations to what is observed in the natural world.

Keywords: Diffraction; physics teaching.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los fenómenos ópticos tiene lugar en los cursos superiores de secundaria en particular en grado undécimo, en este nivel los estándares académicos sugieren que el estudiante este en la capacidad de entender en forma general los fenómenos ondulatorios, el comportamiento de las ondas y los sistemas resonantes entre otros temas, sin embargo, el fin ultimo en el área de ciencias para estos niveles busca contribuir a la formación del criterio científico frente a situaciones

¹ angelagalindo25@hotmail.com

² capicua_8@yahoo.com

³ kata_pvvm@hotmail.com

cotidianas objetivo que se pierde con la ausencia del experimento y el exceso de instrucciones e información que, en el mejor de los casos el estudiante asume como un conjunto de ideas inconexas, además en el afán de completar el año escolar habiendo consignado la totalidad de los temas, en ocasiones se pierde la oportunidad de estudiar fenómenos interesantes que pueden servir como piedra angular para el estudio de otros conceptos, tal es el caso del estudio del fenómeno de difracción de la luz que se pierde casi en su totalidad y del cual hay muy pocos elementos didácticos para su enseñanza, es por eso que desarrollamos un material didáctico para explicar dicho fenómeno partiendo de la explicación empírica de los estudiantes y confrontando sus ideas con el experimento real.

INTRODUCTION

The study of the optic phenomena takes place in the superior courses of secondary in particular in degree eleventh, in this level the academic standards suggest that the student this in the capacity to understand in general form the waves phenomena, the behavior of the waves and the resonant systems among other topics, however, the end finishes in the area of sciences for these levels search to contribute to the formation of the scientific approach in front of situations daily objective that he/she gets lost with the absence of the experiment and the excess of instructions and information that, in the best in the cases the student assumes as a group of unconnected ideas, also in the desire of completing the school year having consigned the entirety of the topics, in occasions gets lost the opportunity to study interesting phenomena that can be good as angular stone for the study of other concepts, such it is the case of the study of the phenomenon of diffraction of the light that gets lost almost in their entirety and of which there are very few didactic elements for their teaching, it is for that reason that we develop a didactic material to explain this phenomenon leaving of the empiric explanation of the students and confronting their ideas with the real experiment.

DIFRACCIÓN DE ONDAS DE LUZ

La difracción es un fenómeno que se da cuando las ondas luminosas pasan rasantes por los bordes de un cuerpo opaco, en virtud de esto la luz rodea los objetos y en consecuencia proyecta la sombra de los mismos sobre alguna superficie cercana dejando ver zonas claras y oscuras alternas en los contornos de la sombra, en términos del principio de Huygens cuando la luz choca con un obstáculo, cada punto en el obstáculo se comporta como una nueva fuente que genera ondas idénticas a las que ha chocado, de esta forma, las ondas que se generan se propagaran a partir de allí, no obstante, se da el caso en el que dichas ondas interfieran constructivamente generando zonas claras en el contorno de la sombra, en otro caso contrario las ondas interfieren destructivamente y dan lugar a las zonas oscuras presentes en el contorno de la sombra.

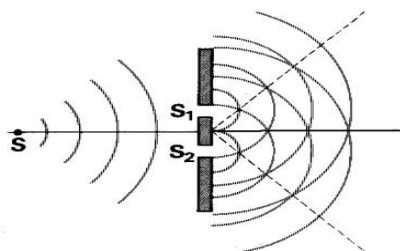


Figura 1. Principio de Huygens y difracción de la onda luminosa.

El fenómeno de difracción es fácilmente observable cuando se hace atravesar el haz de luz por un obstáculo en forma de agujero tan pequeño que sus dimensiones deben ser comparables con las de la longitud de onda de la luz que se incide. En el caso de difracción por una rendija se logra conducir el haz de luz hacia un obstáculo en forma de agujero rectangular cuyas dimensiones son del orden de los micrómetros pues se trabaja con un rayo láser de longitud de onda de aproximadamente 3 micrómetros. En este caso se observa en una pantalla un conjunto de zonas claras y oscuras alternadas producto de la dispersión y curvado aparente de las ondas, este resultado es denominado patrón de difracción y varía de acuerdo a parámetros como: el tamaño y

numero de agujeros en la rendija, la longitud de onda utilizada, entre otros. Cada punto en la rendija se comporta entonces, como una nueva fuente generadora de ondas susceptibles de interferir constructiva o destructivamente con otras, de lo cual resulta el patrón que se observa en la pantalla.

CONSTRUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDACTICO

Ya se han mencionado las problemáticas que nos llevaron a la creación de un material didáctico y una serie de actividades donde este se implemente. Así mismo es importante mencionar que dicho material articula y se argumenta sobre la base de dos líneas del aprendizaje: una herramienta didáctica que siempre ha estado vigente, la experimentación y algunos planteamientos interesantes de una corriente pedagógica bien conocida: el constructivismo.

La experimentación es una metodología que siempre ha estado presente en las aulas, los estudiantes generalmente desarrollan diversos procedimientos experimentales con el fin de evidenciar aquello que se plasma en las pizarras, “se presenta como la manera más visible de conocer y entender los diversos fenómenos que son objetos de estudio de las diversas ramas de la ciencia. Es el proceso mediante el cual evidenciamos de forma tangible la explicación y fundamentos teóricos que gobiernan los fenómenos que hacen parte de nuestra realidad” [1]. Por su parte el constructivismo, corriente un poco efímera y difícil de llevar a cabo en nuestro medio educativo presenta varios planteamientos que se pueden tomar en cuenta a la hora de enseñar, los mas importantes: tomar al alumno como un ser pensante y activo durante el proceso de aprendizaje donde el maestro es simplemente una guía. En dicho proceso se tiene en cuenta tanto los conocimientos o ideas previas, imaginarios y creencias que se irán moldeando y reconstruyendo a medida del proceso a partir de la vivencia cotidiana y de las herramientas cognitivas que se le presente al estudiante. [2]. Aunque lo anterior resulta todo un reto ponerlo en práctica, ciertos procesos se pueden llevar a cabo con el fin de lograr iniciar un proceso de construcción de conceptos.

Así, teniendo en cuenta que el método experimental es una herramienta bastante adecuada que motiva e impulsa el proceso del que se habla en el constructivismo; se adecuaron estos dos elementos de pedagogía y didáctica para la creación y puesta en práctica del material, con el fin ultimo de cumplir los objetivos planteados al inicio de este documento a partir de los planteamientos ya mencionados.

Basados en lo descrito anteriormente, se elaboró un folleto para presentar a los estudiantes. Es un documento breve y conciso que presenta información acerca de diversos aspectos relacionados con la naturaleza de la luz y centrado en el fenómeno de la difracción. Se divide en tres partes principales: inicialmente trae algunos planteamientos acerca de la luz, su naturaleza y comportamiento, mencionando las dos teorías que gobiernan su estudio, la corpuscular y la ondulatoria. Luego se aborda la temática de fenómenos de la luz, se mencionan a grosso modo reflexión, refracción y centramos la discusión en el fenómeno de difracción. Y finalmente se aborda un experimento mental, propuesto para que los estudiantes lleven a cabo y respondan algunos cuestionamientos, basados tanto en la información suministrada como en los preconceptos que ellos están manejando. El objetivo de presentar de esta manera la información, es que el alumno al leer y analizar el folleto, tome la información que se suministra y combinando esta con sus ideas previas y creencias entre a resolver los cuestionamientos luego de haber desarrollado la experiencia mental.

El material se construyó basado en información recopilada de algunos textos de óptica pero transcribiéndola a un lenguaje un poco más allegado y llamativo para los estudiantes. Por su parte la experiencia mental se basa en el ya conocido experimento de “difracción por una rendija”, en el cual se le presenta una grafica del montaje experimental, es decir, la disposición de los elementos experimentales, el procedimiento que se sigue y al final cuatro cuestionamientos para el estudiante. Todo esto acondicionado a las necesidades de los estudiantes de secundaria, es decir, dirigiendo y modificando la practica a la necesidad básica de entender que es el fenómeno de difracción y por que a partir de este podemos desarrollar la teoría ondulatoria de la luz. Al final de este documento se puede visualizar el folleto.

Con esto se propusieron una serie de actividades para implementar el folleto, de tal manera que se pudiera aprovechar al máximo la información allí recopilada y teniendo en cuenta que esta es una manera práctica y llamativa para que el estudiante se inicie en el estudio de los fenómenos y naturaleza de la luz.

A continuación se describe todo el proceso y actividades que se llevaron a cabo con estudiantes de bachillerato y de pre-grado a partir del material construido. Con los estudiantes de bachillerato el principal objetivo fue dar un inicio para desarrollar la temática de fenómenos y naturaleza de la luz, a partir de la difracción. Y con estudiantes de pre-grado se hizo como una forma de observar y analizar que construcción cognitiva se posee acerca de este fenómeno.

Las actividades que se desarrollaron con los estudiantes empleando el material son las siguientes:

1. *Introducción:*
 - * Planteamiento del siguiente cuestionamiento ¿De qué crees que esta hecha la luz?
 - * Presentación del folleto
2. *Practica Experimental:* Resolución de cuestionamientos preliminares
3. *Análisis y discusión:* Confrontación y obtención de conclusiones a cerca de lo obtenido antes y después de la práctica experimental.
4. *Evaluación:* Realizada a partir de un hoja de análisis donde han consignado ideas y conocimientos previos, resultados obtenidos en la practica experimental, el análisis y la confrontación realizada de los aspectos mencionados. Con el fin de que esto le sirva como herramienta para responder el cuestionamiento final:

A partir de cada una de las actividades realizadas y de los resultados obtenidos en cada una de ellas, explique el fenómeno de difracción.

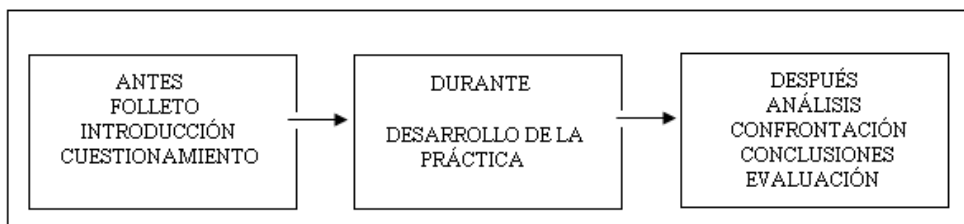


FIGURA 1. Diagrama de las fases del trabajo con el estudiante

IMPLEMENTACIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO

Al realizar el trabajo conjunto con el estudiante se encontraron varios aspectos a rescatar, dichos aspectos se dieron en un orden determinados debido a sí mismo a la manera de emplear el material didáctico. A continuación se relata de una manera general, lo alcanzado en el encuentro con los estudiantes.

Estudiantes de secundaria

En principio, al estudiante se le dio una introducción previa y mínima del tema de una forma verbal, esto para denotar la importancia de una lectura detallada del folleto. Posteriormente se le dio a conocer al estudiante el material didáctico, es decir el folleto, el cual estudió detenidamente durante ocho días. En el siguiente encuentro de la clase de física, el estudiante traía ya resueltos los cuestionamientos descritos en el folleto, así mismo poseía nuevas inquietudes acerca de los fenómenos de la luz, en especial el fenómeno de difracción.

Se continuó con la realización del trabajo entregando al estudiante una guía metodológica donde se encuentra esquematizada la ubicación de los elementos necesarios para realizar en el laboratorio el fenómeno de difracción, ya ubicados los elementos los estudiantes se dispusieron a ubicar los elementos de acuerdo a las preguntas, encontrando una gran diferencia entre las respuestas traídas al inicio de la clase en el folleto y las observaciones realizadas en el laboratorio. En principio los estudiantes realizan cierta expresión de asombro, debido al choque que tuvieron según su imaginación y después según lo que observa, este choque no solo hace que lo intenten

experimentalmente una y otra vez sino, que busquen una explicación que complazca sus necesidades, es decir que supla todos los posibles interrogantes.

Finalmente y gracias a la confrontación realizada por los estudiantes, donde en una misma hoja describían sus pensamientos acerca del fenómeno antes y después de la experiencia en el laboratorio, los estudiantes trataron de dar soluciones veraces al fenómeno con la teoría expuesta y posteriormente se acercaron a cada docente para suplir sus dudas. Aunque en realidad por más de verlo y realizar de pronto cierta explicación, algunos estudiantes no quedaron muy conformes con lo alcanzado pues retomando *“Es más fácil desintegrar un átomo que un preconcepción” A. Einstein.*

Estudiantes de pre-grado

Las actividades descritas anteriormente también se llevaron a cabo con estudiantes universitarios, en general se siguió el mismo procedimiento pero empleando un menor tiempo. Todo el procedimiento se realizó en una misma sesión, teniendo en cuenta que son estudiantes de décimo semestre de Licenciatura en Física y que ya vieron el curso de Óptica Física.

Inicialmente se planteo la pregunta *¿De qué esta hecha la luz?*, en esta parte de la actividad se evidencia que aun en este grado de estudios los estudiantes presentan serias dificultades para responder de manera clara esta pregunta. Luego se presento el folleto para que lo leyeran, analizaran y realizaran las actividades descritas en estas a partir de sus conocimientos y de la información presentada.

Se realizo un foro o consenso acerca de las respuestas que dieron los estudiantes frente al experimento mental, con el fin de conocerlas y socializarlas. En esta parte las respuestas fueron mucho mas claras, concisas y elaboradas. Se presentaron tanto diferencias como consensos en las respuestas obtenidas, en especial en la pregunta inicial, acerca de lo que se observa en la pantalla luego de que el rayo de luz atraviesa la rendija hubo serias discusiones, por la no claridad de lo que es un patrón de difracción y uno de interferencia y la diferencia entre ellos.

La segunda parte de la actividad, el desarrollo de la practica experimental, no se llevo a cabo teniendo en cuenta que la mayoría sino todos los estudiantes ya habían vivenciado esta experiencia.

Llevar a cabo el proceso descrito anteriormente con estudiantes de pre-grado fue bastante provechoso ya que allí se pudieron vislumbrar tanto características favorables como falencias en todo el ámbito cognitivo que permite la explicación de los fenómenos difractivos y de la luz en general.

Más adelante se mencionara específicamente los resultados obtenidos y las confrontaciones realizadas a partir de estas dos experiencias.

RESULTADOS OBTENIDOS

Al realizar la experiencia ya denotada anteriormente con los estudiantes de bachillerato, se pudo apreciar en un principio que al someter a los estudiantes de colegio a ciertos cuestionamientos que vivencian a diario, pareciera que les abarcara cierta impotencia pues no tienen el lenguaje adecuado y en la mayoría de los casos no se habían cuestionado sobre estos temas. De igual manera a la hora de realizar la experiencia es demasiado provechoso encontrar los estudiantes con su potencial de curiosidad al máximo y su espíritu indagador al descubierto. Así pues, es notoria la intervención de los estudiantes por tratar de resolver sus dudas internas y por confrontar los diversos pensamientos tanto propios como colectivos.

De esta manera es interesante, entrar a razonar la situación en que se preguntar a estos estudiantes de colegio *¿De qué crees que esta hecha la luz?*, encontrando varios aspectos a rescatar:

- Es evidente que pocos de ellos alguna vez se han percatado de preguntarse acerca de la existencia de este fenómeno tan cotidiano y mucho menos de la explicación que se le podría dar a este. Se encuentran respuestas de todo tipo tanto innovadoras y como fuera de lo común. Pero casi todas permiten desarrollar un sin numero de temáticas, desde lo

que es un átomo, pasando por astros luminosos, el sol; ondas, en fin. A continuación se presentan apartes de los informes presentados:

- *“La luz es un compuesto de energía o de moléculas luminarias, como una composición de fuerza de energía...”*
 - *“Son ondas que se propagan dando color a las cosas”*
 - *“...esta hecha de protones (átomos positivos), creo que están calientes y que por su calor iluminan...”*
 - *“Creo que la luz es una composición de rayos ultravioleta, proviene del sol o de la luna.....”*
- Para las preguntas del experimento mental, hay que aclarar que primero hubo que hacer una descripción bastante específica de cada uno de los elementos mencionados en la figura del folleto. Hubo que explicar desde lo que es una rejilla con una rendija, hasta que tipo de fuente se utiliza y la razón por la cual se disponen así los elementos. En esta parte los estudiantes se muestran interesados y asombrados acerca de esta experiencia generando curiosidad por saber más. Las respuestas aquí fueron igual de asombrosas que la primera sin embargo se noto un poco más de elaboración y análisis, obsérvese algunas de las respuestas:

¿Qué crees que se observará en la pantalla, luego que el haz atraviese el obstáculo?

- *“Pues como la luz es una onda podría observarse pasar por la rendija y se vera la forma que tiene la rendija”*
- *“se vera la imagen de la rendija, debido a que el láser aparte de expulsar ese pequeño punto también arroja partículas de luz a sus lados haciendo ver toda la rendija”*
- *“La luz por partículas que va en filas hacia la rendija se adaptaría a esa forma y bordearía el objeto...”*

Se hace evidente que en la primera de ellas todos los estudiantes coinciden en sus respuestas, para ellos lo único que hace el rayo de luz es bordear la rendija y crear una sombra en la pantalla, al parecer asemejan esta experiencia a iluminar cualquier objeto u obstáculo con una fuente de luz.

Para las otras preguntas se acercan bastante a lo que ocurriría en una experiencia practica, sin embargo no logran establecer y argumentar consecuentemente las respuestas que dan. Son bastante vagos en sus apreciaciones.

¿Qué ocurre, si ahora rotamos 90° la rejilla?

- *“...la luz de la rayita cambiara de forma ya no ira vertical sino horizontal”*
- *“La luz se propagara de forma expandida ya que la rendija es mas larga y mas propagada y detallada.”*

¿Qué ocurre si quitamos la rejilla?

- *“La luz llegara al tablero con su forma original”*
- *“Se observara un punto”*

¿Qué pasa si la fuente de luz o la pantalla se acerca o se aleja demasiado de la rejilla?

- *“En cualquiera de los dos casos, pantalla o fuente, si se acerca se expande la luz, si se aleja se encoje la luz”*
- *“Si alejamos la pantalla la figura cada vez mas lejos se ira agrandando y si la acercamos se reducirá el punto hasta que no se vea nada claramente”*

Con los estudiantes universitarios se establecieron otra clase de resultados, algo bastante curioso es que al igual que en el colegio, también se presento cierta confusión acerca de la primera pregunta acerca de la naturaleza de la luz, y aunque son respuestas mas elaboradas, es decir, empleando un lenguaje científico, no hay mucha claridad y argumentación en las respuestas. Sin embargo es evidente que ante las dos teorías existentes acerca de la naturaleza de la luz, corpuscular y ondulatoria, todos apuntan a la teoría corpuscular, todos los alumnos enfocan su explicación basados en los fotones y su definición.

En la segunda pregunta, las respuestas se dividieron en dos: se observa un patrón de difracción o un patrón de interferencia, y en este punto se noto que no hay claridad entre lo que es uno y el

otro, si hay diferencia entre estos o si son iguales. Realmente se mostró como un punto bien interesante para desarrollarlo más a fondo.

En las siguientes preguntas, no hubo mayor discusión, en casi todas se llegaba a consensos traídos desde los conocimientos y conclusiones abstraídas de que todos ya habían realizado la experiencia práctica. Se evidencio consenso entre que el patrón se gira cuando se gira la rejilla, aunque hubo cierta confusión en de que forma se giraba la rejilla. Llegando a la conclusión de que si se giraba 90° de manera que el obstáculo quedara dispuesto horizontalmente, el patrón se vería en esta misma disposición. Y si se giraba 90° y la rejilla quedaba perpendicular a la pantalla el rayo de luz pasaría y no sufriría ningún cambio. Por su parte en las dos últimas se menciona que en el patrón las franjas aumentarían o disminuirían la distancia entre si, que se observaría más o menos nítido o que no ocurría nada, dependiendo de lo que si se movía era la pantalla o la fuente. Sin embargo no se establecieron respuestas del por que ocurrían este tipo de cosas. Algunos a partes de los escritos presentados por estudiantes universitarios se presentan a continuación.

¿De qué esta hecha la luz?

- *“La luz esta hecha o compuesta por partículas denominadas fotones con una cierta energía (según las teorías modernas)...”*
- *“... de fotones, que son “paquetes” de energía, yo lo entiendo como pequeños paquetes de ondas los cuales dependiendo de la interacción con diferentes cuerpos o medios tienen comportamiento de partículas u ondas”*

¿Qué crees que se observará en la pantalla, luego que el haz atraviese el obstáculo?

- *“Se puede observar los patrones de difracción, generando puntos claros y oscuros”*
- *“Franjas oscuras y claras, las franjas claras es la suma de las crestas de las ondas y si son oscuras la suma de una cresta y un valle”*
- *“Se produciría un patrón de interferencia con líneas claras y oscuras de forma vertical”*

¿Qué ocurre, si ahora rotamos 90° la rejilla?

- *“Si se rota 90° y queda perpendicular a la pantalla y la rejilla es ancha se observa una sombra de lo contrario se observa el haz incidiendo sobre la pantalla”*
- *“El patrón de interferencia también girara 90° , debido a que la forma y la dirección de la rendija determina la forma del patrón”*

¿Qué ocurre si quitamos la rejilla?

- *“.....observamos solo el punto de la luz láser”*
- *“...solo observamos un rayo impactante en la pantalla”*

¿Qué pasa si la fuente de luz o la pantalla se acerca o se aleja demasiado de la rejilla?

- *“Si la rejilla se acerca las líneas del patrón se acercan unas de las otras, si la rejilla se aleja las líneas del patrón se alejan mutuamente....”*
- *“Solo hay una única distancia donde se va a formar el patrón de difracción”*
- *“Creo que no pasa nada al acercarla fuente de la rejilla, lo que afecta es la distancia que se varia entre la rejilla y la pantalla”*
- *“Si la pantalla se acerca la distancia entre franjas disminuye; y si es lo contrario aumenta dicha distancia”*

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La puesta en práctica de un material didáctico trae consigo una serie de eventualidades que en un principio no se consideran, sin embargo es un buen ejercicio para establecer como se lleva a cabo el proceso de aprendizaje en los estudiantes y como los maestros desarrollamos nuestra labor educativa. Obsérvese que el solo planteamiento de varios de los cuestionamientos trajo consigo una serie de creencias y preconceptos que los estudiantes tienen y de los cuales es bastante difícil sacarlos.

Esto se hizo evidente al realizar la practica experimental en el colegio donde los estudiantes al observar el resultado en la pantalla luego de que el haz atraviesa la rendija, se muestran realmente asombrados e incrédulos ante lo que observan, y se hace un poco difícil explicarse para si mismos por que ocurre esto. Aquí se hace importante destacar que este punto puede ser la partida para iniciar un buen proceso de construcción de conocimiento. Fíjese que al inicio se hacen las mismas preguntas y las respuestas son vagas sin que esto las haga inútiles. El maestro como

guía las hace útiles y validas para el proceso que lleva a cabo y para introducir otras temáticas. El solo hecho de que el alumno se cuestione y trate de responder con lo que tiene es una manera de valorarlo como ente pensante.

Y en el choque con lo que pensaba y observa en la experiencia, en ese estado de asombro y tratarse de explicar lo que ve, esta complementando su proceso y transformando sus conocimientos previos a partir de la observación experimental y su vivencia cotidiana.

Por su parte con los estudiantes de pre-grado estos aspectos también son validos, aunque son menos notorios, en ellos no se nota el mismo asombro que en los mas pequeños. Sin embargo la experiencia arroja resultados interesantes que nos muestran que el hecho de haber ya estudiado este fenómeno y realizado la experiencia no permite construir con claridad una explicación de este. Esto se nota en la poca claridad al responder muchos de los cuestionamientos y a la argumentación tan vaga que se les da a estos.

Evidentemente, por lo general en estos cursos aunque uno experimenta con el fenómeno, casi siempre ya se ha visto la teoría y lo que se hace es corroborarla mas no tratar de ir más allá con una explicación tangible para el estudiante.

CONCLUSIONES

Así como en algunos aspectos resulto ser provechoso el material didáctico, también se encontraron algunos aspectos a destacar y precisamente a mejorar para otra posible utilización del material. Uno de estos aspectos se refiere al encaminamiento que se le otorgo a las respuestas iniciales de los estudiantes, ya que como fue resaltado estas son de gran valor e importancia para la construcción del conocimiento, siempre y cuando se empleen de una forma organizada y discreta.

Otro aspecto a resaltar y de igual importancia se refiere al contenido teórico del folleto, el cual debe profundizarse aun mas sin extenderse ó resultar más complejo para un estudiante de bachillerato.

BIBLIOGRAFÍA

- HECHT, E. Óptica, Addison Wesley, Madrid 1999
- QUIROGA CH, Jorge. Curso de enseñanza media física, segunda parte. Ed. Bedout S.A, Medellin Colombia. Cap 6,p 86-88,Cap 12, p 176-179

REFERENCIAS

- [1]. PEDREIRA, M (2006) «Dialogar con la realidad». Cuadernos Praxis para el profesorado. Educación Infantil. Orientaciones y Recursos. Barcelona: CISS_Praxis. Disponible en: <http://www.xtec.es/cdec/mediateca/pdf/experimentacion.pdf>
- [2]. PEREZ MARTINEZ, A. (2007): «Para aprender mejor: reflexiones sobre las Estrategias de Aprendizaje», en Revista Iberoamericana de Educación, n° 43. Disponible en:<<http://www.rieoei.org/deloslectores/1703Perez.pdf> >
- [3]. ORANTES DE LA FUENTE, J.(2006): « Una aplicación de la difracción: las cámaras digitales», en Revista Española de Física, n° 20. Disponible en: <<http://rsef.uc3m.es/images/REF/vol20n3/10.pdf> >