



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
FACULTAD DE CIENCIAS

Enseñanza de la óptica a nivel Bachillerato basado en aprendizaje activo

REPORTE DE PRÁCTICA DOCENTE
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACION MEDIA SUPERIOR (FISICA)

PRESENTA:
SANCHEZ PASTENES ELSON

TUTOR PRINCIPAL: DR. OMAR GUILLERMO MORALES SAAVEDRA
Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología, ICAT-UNAM

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
Dra. Patricia Goldstein Menache
Dra. Virginia Barragán Pérez
Dra. Yesenia Arredondo León
Dra. Gabriela de la cruz Flores

Facultad de Ciencias, UNAM
Facultad de Medicina, UNAM
ENES Morelia, UNAM
IISUE-UNAM

CD. UNIVERSITARIA, MÉXICO, FEBRERO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por el espacio en sus aulas y por la oportunidad de obtener una formación profesional además de permitirme continuar con este proceso de enseñanza aprendizaje día a día.

A CONACyT por la beca otorgada y haber depositado en mí su confianza, de aceptar la responsabilidad y el compromiso que representa la formación de alumnos.

A la MADEMS por brindarme una formación sólida, un enfoque innovador, multidisciplinario y así crecieran mis habilidades docentes.

Al Dr. Omar Guillermo Morales Saavedra, por la magnífica dirección de tesis, así como el apoyo, confianza y amistad que me ha brindado.

A todos los profesores y administrativos de la MADEMS, por las enseñanzas, comentarios y disposición brindada.

A mis amigos y compañeros de posgrado, por compartir aprendizajes y brindarme su amistad.

A mi familia, porque son lo mas sagrado que tengo en la vida, por ser como saben ser siendo principalmente mis principales motivadores de lo que ahora soy como persona, ya que, sin sus miradas, su amor y cariño yo no habría llegado hasta donde estoy.

Gracias Papá donde sea que estés

Gracias Mamá por tantos abrazos comprensivos y motivadores

Gracias a Martha Angélica, Yoltik Ehécatl y Elson Yunuen porque juntos formamos un nombre, una memoria...

Índice	
1. Resumen	2
2. Introducción	2
3. Institución sede de la práctica docente	4
3.1 Población estudiantil	5
3.2 Modelo educativo	6
3.3 Plan y programa de estudios	8
4. Fundamentos y descripción de la práctica docente	12
4.1 Estrategias de enseñanza aprendizaje	12
4.2 Aprendizaje activo	13
4.3 La función docente	13
4.4 Reflexión previa acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje	15
5. Propuesta de secuencia didáctica	21
5.1 Objetivo general y particular	21
5.2 Método	21
5.3 Procedimiento específico	22
5.4 Estructura de la práctica docente	24
5.5 Aplicación de la secuencia didáctica: primera sesión	24
5.6 Aplicación de la secuencia didáctica: segunda sesión	30
5.7 Aplicación de la secuencia didáctica: tercera sesión	31
6. Resultados obtenidos de la práctica docente	32
7. Reflexión final	40
8. Conclusiones	43
9. Bibliografía	45

1. Resumen

La evaluación del desempeño docente es un ejercicio sistemático que, con fundamento en un conjunto de evidencias, juzga cómo llevan a cabo su labor los profesores durante su intervención en las aulas, para identificar las áreas o aspectos en los que su desempeño es adecuado o bien deficiente y/o limitado, con la finalidad de mejorar estos aspectos y contribuir así a una enseñanza de calidad. En el presente trabajo se muestra una descripción, autoevaluación y análisis reflexivo del desempeño docente durante las prácticas docentes, las cuales se llevaron a cabo en el Colegio de Ciencias y Humanidades Sur, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El trabajo se realiza con base en los temas revisados en óptica de acuerdo al plan de estudios, en el que se argumenta y se exponen las estrategias de enseñanza aprendizaje, resultados de la formación en MADEMS y de la experiencia frente a grupo, el desarrollo de aspectos teóricos, basados en la didáctica de la disciplina, por lo que se lleva un proceso de autorreflexión sobre el desempeño de las sesiones frente a grupo, lo cual hace que se mejore nuestra actuación docente así como la intención de la mejora continua y la innovación en estrategias de enseñanza.

2. Introducción

La mayor parte de los profesores que impartimos cátedra en el Bachillerato provenimos de carreras ajenas a la pedagogía. Iniciamos nuestra labor docente sin tener una idea clara de cómo dar clases, y al imitar el ejemplo de nuestros maestros, mantenemos el mismo modelo de enseñanza con el que nos educaron (Flores, 2013). Casi de inmediato nos damos cuenta de que enseñar no es una tarea sencilla, que no basta con dominar los conceptos y explicarlos para que los estudiantes aprendan, que el hecho de que los alumnos sigan una instrucción no garantiza que entiendan y que, en la mayoría de las ocasiones, las actividades que funcionan con un grupo no marchan de la misma manera con otro.

Esto hace que surjan preguntas fundamentales como: ¿qué significa aprender? ¿de qué formas se puede evaluar el conocimiento? ¿qué capacidades se requieren desarrollar en los estudiantes? ¿qué se debe hacer para lograrlo? El tratar de responder a estas cuestiones, lleva a una búsqueda constante de recursos y estrategias para conseguir mejores resultados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como parte de esta búsqueda, se realiza este reporte de práctica docente, donde se presenta la autoevaluación, el análisis crítico y autorreflexivo de las sesiones de las clases impartidas como parte de la Práctica Docente del plan de estudios de la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) y que fueron realizadas en el CCH Sur, UNAM. Debo mencionar que, en base a mi propia experiencia, muchas veces en el bachillerato se promueve el aprendizaje solamente memorístico o la clase está centrada en el profesor, lo que conlleva a pocos resultados exitosos y se evita el cambio en la aplicación de una diversidad de estrategias centradas en los alumnos. Por ello, son necesarios los esfuerzos por parte de los docentes en la estimulación e incorporación de una diversificación de actividades para favorecer el aprendizaje. Además de tener claro la contextualización de la institución: ubicación e infraestructura funcional, el modelo educativo, análisis crítico del programa de estudios, así como las características de la población de la comunidad del CCH.

Enseguida se presenta la autoevaluación de la Práctica Docente que consiste en una reflexión teórica y metodológica del propio desempeño docente, tomando en cuenta elementos como la planeación, la conducción en los procesos de la enseñanza y del aprendizaje, así como la evaluación de los contenidos de los temas de óptica, temas que están propuestos en la asignatura de Física III. Dicha reflexión, se nutre del análisis y observaciones de las grabaciones realizadas en las prácticas, y de los resultados de los cuestionarios aplicados en distintos momentos de dichas intervenciones.

Una vez realizado este paso, se realiza un análisis crítico y la autorreflexión del trabajo desarrollado, identificando las fortalezas, oportunidades y debilidades

que permitan realizar una mejora continua. Cabe señalar que, dentro del programa de la MADEMS, al realizar la práctica docente se plantea como objetivo que se tenga un vínculo con el profesor titular de la asignatura y que el maestrante asuma la responsabilidad de la planeación, conducción y evaluación de algunos temas que conforman el programa de estudios de la asignatura.

3. Institución sede de la práctica docente

Como proyecto de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Colegio de Ciencias y Humanidades (C.C.H.) se aprobó en 1971 por el Dr. Pablo Gómez Casanova, rector en aquel entonces, para atender a la ya creciente demanda educativa de la Ciudad de México. (Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades, 2006). Fue llamado “Nueva Universidad” porque tenía como objetivo impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (Gaceta UNAM, 1971), surgió como un proyecto ante la búsqueda de nuevas fórmulas que fueran acorde con las condiciones político-sociales y económicas del país, y de la institución misma, surgiendo así como un órgano de innovación universitaria a través de una nueva forma académica e institucional, planteando desde sus inicios una nueva perspectiva curricular y métodos de enseñanza, con ello se propuso un nuevo modelo educativo que hasta el momento ha caracterizado al CCH-UNAM como uno de los bachilleratos más adecuados e innovadores pedagógicamente en México y América Latina (Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, 2018).

En 1998 se instaló su dirección General, actualmente encabezada por un director general y nueve secretarías que apoyan la actividad académica y administrativa. Constituyen al CCH cinco planteles, cuatro en la zona metropolitana (Sur, Vallejo, Oriente y Azcapotzalco) y uno en el Estado de México (Naucalpan), donde se imparten clases en los turnos matutino y vespertino. Atiende a una

población estudiantil de más de 56 mil alumnos, con una planta docente superior a 3 mil profesores (Documentos para la discusión de la comunidad del CCH, 2013).

El CCH Sur se encuentra en la Alcaldía de Coyoacán de la Ciudad de México. Las materias experimentales se imparten en aulas-laboratorios que se encuentran divididos en las materias de física, química, biología y psicología, y están dotados con sus correspondientes materiales y equipos; pero también cuenta con el SILADIN (Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación), un “espacio académico en el que, aprovechando la infraestructura y equipo que posee, se propicia y orienta la innovación y el mejoramiento de la práctica docente; en él se promueve y apoya el trabajo de los profesores que diseñan estrategias de laboratorio, de campo y de enseñanza experimental innovadoras” (González, 2016).

3.1 Población estudiantil

Se trabajó con estudiantes de entre 16 y 17 años que, según Casas y Ceñal (2005), se encuentran en la adolescencia media. En esta etapa se tiene el tipo de pensamiento conocido como formal (Piaget, 1970), el cual se caracteriza porque el adolescente es capaz de razonar no sólo sobre lo real, sino sobre lo que puede ser posible para llegar a conclusiones que van más allá de lo presente. Por lo tanto, posee la capacidad de formular varias hipótesis para explicar un fenómeno y también para comprobarlas, este pensamiento hipotético- deductivo es lo que le permite el acceso a la ciencia (Piaget, 1970). Para poder expresar sus hipótesis, razonamientos y resultados, el adolescente utiliza principalmente afirmaciones o enunciados verbales, es por ello, que en esta etapa son capaces de utilizar el pensamiento abstracto, permitiéndoles interesarse por temas idealistas y disfrutar de la discusión de ideas (Piaget, 1970; Casas y Ceñal, 2005). Además del lenguaje, Vygotsky (1996) considera el factor social como característica del pensamiento adolescente, que se manifiesta de múltiples maneras, entre ellas la postura crítica ante figuras de autoridad, así como una hipocresía aparente e interés por causar controversia (Lara, 1996).

Con la finalidad de tener un panorama sobre el perfil de ingreso a estos colegios, se ha tomado información relativa al cuestionario de datos socioeconómicos, instrumento aplicado al ingreso de los estudiantes proporcionado por la Dirección General de Planeación de la UNAM y la generado por el CENEVAL en el proceso de registro para el ingreso al bachillerato. Base de datos: DGPL (agenda estadística de la UNAM) (DGCCH, 2013). Población: 18,274 alumnos.

De acuerdo con estos documentos, el análisis de la distribución de la población escolar de acuerdo con el sexo permite apreciar que del total que ingresaron en el año 2016, 50.1 % hombres y 49.9 % mujeres en el CCH. Respecto a la edad de los alumnos a su ingreso al Colegio se observa que prevalece una cifra superior al 85% en el rango de 16 años o menos, en segundo lugar, se encuentra el rango de 17 a 20 años que corresponde al 10% (DGCCH, 2016). Al paso de los años se observa que prevalece una escolaridad menor en la madre con relación a la del padre. En promedio 3% de las madres y 2% de los padres no tienen instrucción; 60% de las madres tiene estudios de primaria o secundaria en comparación con el 50% de los padres que se ubica en el mismo nivel de estudios, finalmente 8% de las madres y 16% de los padres tienen estudios superiores. Al indagar con quién viven los alumnos de nuevo ingreso se aprecia, en primer lugar, que más del 90% vive con sus padres y hermanos; en segundo lugar, un promedio de 2% reporta vivir con otros familiares (DGCCH,20016).

3.2 Modelo Educativo

Bajo el enfoque constructivista, una persona aprende cuando es capaz de elaborar una representación personal sobre un objeto de la realidad o contenido (Coll et al., 2012). En este sentido, al buscar que sus estudiantes sean actores de su propia formación, el Colegio de Ciencias y Humanidades promueve esta construcción propia del conocimiento acerca de la “cultura de su medio”, que comienza cuando los individuos son capaces de “obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnológicos” (Documentos para la

discusión de la comunidad del CCH, 2013). Este proceso corresponde a la primera fase del aprendizaje: la asimilación, en la que el alumno conoce el objeto de aprendizaje a través de su interacción con él (Piaget, 1991).

El CCH tiene como misión formar sujetos con las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma (Gaceta UNAM, 1971; Documentos para la discusión de la comunidad del CCH, 2013). El aprendizaje, por lo tanto, implica un acto dinámico que ubica al alumno como una persona capaz de transformar su medio y a sí mismo, y que desarrolla habilidades metacognitivas que propician que sea capaz de adquirir por cuenta propia nuevos conocimientos en las principales áreas del saber (Rodríguez, 2008). El enfoque constructivista sustenta que tales habilidades metacognitivas se logran gracias a que la nueva información se puede incorporar a estructuras preexistentes en la mente de los alumnos, que se modifican y reorganizan según el mecanismo de asimilación y acomodación, que es la segunda fase de aprendizaje (Piaget, 1991). En esta fase, a medida que aumentan los vínculos que se establecen con este sistema de asimilación, el objeto de aprendizaje pierde subjetividad para adquirir un fin más complejo: relacionarse con los demás esquemas (conocimientos previos), a partir de ese momento puede hablarse de comprensión, de manera que las correlaciones entre los esquemas van adquiriendo coherencia y con ello la construcción de la realidad (Piaget, 1991).

En el CCH, lo anterior se logra mediante una conciencia creciente de cómo aprender, el establecimiento de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de los estudios, así como de una capacitación general para aplicar sus conocimientos y sus formas de pensar y de proceder, en la solución de problemas prácticos (Gaceta UNAM, 1971; Documentos para la discusión de la comunidad del CCH, 2013). Utilizando como base este aprendizaje, el CCH busca que “sus estudiantes se desarrollen como personas dotadas de valores y actitudes éticas fundadas; con sensibilidad e intereses en las manifestaciones artísticas, humanísticas y científicas; capaces de tomar decisiones, de ejercer liderazgo con responsabilidad y honradez, y de incorporarse al trabajo con creatividad, para que sean al mismo tiempo,

ciudadanos habituados al respeto, diálogo y solidaridad en la solución de problemas sociales y ambientales” (Documentos para la discusión de la comunidad del CCH, 2013).

3.3 Plan y programa de estudios

Cuando se creó el CCH, su plan de estudios era tendiente a proporcionar una preparación que hace énfasis en las materias básicas para la formación del estudiante dentro de una cultura de “aprender a aprender”. Consecuentemente, también se incluyeron especialidades y materias optativas que conducen al estudio de las profesiones (Gaceta UNAM, 1971). Como materias de tronco común, se encuentran Física, Química y Biología, con la finalidad de que el alumno tenga “la vivencia y la experiencia del método experimental” (Gaceta UNAM, 1971). Ahora bien, para lograr una cultura básica dentro del Colegio, los conocimientos se agrupan en cuatro áreas principales: **i) matemáticas, ii) ciencias experimentales, iii) histórico-sociales y iv) talleres de lenguaje y comunicación.** Específicamente, el área de ciencias experimentales, tiene como objetivo proporcionar a los alumnos una cultura científica básica en la que se incorporen conocimientos, habilidades intelectuales, actitudes y valores, que les permitan, a su egreso, interactuar con su entorno de manera activa; es decir, puedan formar una explicación lógica, racional y fundamentada de la naturaleza, logrando así una interacción armoniosa, consciente y responsable con el ambiente, sociedad y con la tecnología (Programa de estudios, 2016). Dentro del área de ciencias experimentales, se incluye la materia de Física, que de acuerdo con el plan de estudios ésta consta de cuatro asignaturas: **Física I y II** corresponden a cursos obligatorios, las cuales se imparten en tercero y cuarto semestre; mientras que **Física III y IV**, son optativas y corresponden a cursos propedéuticos para alumnos que están interesados en estudios afines al área de “ciencias experimentales”.

Debido a que el presente trabajo es elaborado y dirigido para la signatura **Física IV**, de acuerdo con el programa de estudio actualizado (Programa de estudio,

2016), su enseñanza se divide en dos enfoques. El primero, **enfoque disciplinario**, promueve una visión de la física como una ciencia teórica-experimental, que ayuda a explicar cómo funcionan algunos aspectos de la naturaleza, e involucra los siguientes cuatro componentes: **a)** conceptual, **b)** metodológico, **c)** histórico-social, **d)** interdisciplinario. Cabe señalar que dentro de estos componentes no se incluye la naturaleza de la ciencia; es decir, la discusión sobre lo qué es la ciencia y la práctica del quehacer científico, haciéndose solo énfasis en la componente metodológica. Así, esas componentes podrían entenderse en un sentido positivista. El segundo, **enfoque didáctico**, además de considerar al alumno como el protagonista de su aprendizaje, este enfoque pretende que el alumno adquiera habilidades intelectuales, destrezas y actitudes, con el fin de promover una interpretación de los fenómenos naturales que le rodean de una forma más fundamentada a través de la ciencia. En particular, dentro de las actitudes, se pretende promover una actitud científica, crítica y propositiva ante los problemas sociales, económicos y ambientales del país, lo que requiere experiencias de aprendizaje que reflexionen sobre la relación ciencia-sociedad; esto coincide con el interés particular de la propuesta de enseñanza aquí planteada.

Por otro lado, una de las características de este nuevo Programa de estudio (2016), es referente al **trabajo experimental**, al señalar que *“un elemento central en la enseñanza de la física es el trabajo experimental, éste se convierte en una de las herramientas para construir y validar el conocimiento, a partir de la manipulación de objetos concretos en la realidad física; (...).”* Esto sin duda muestra la importancia de incluir dentro de las propuestas de enseñanza el trabajo experimental; de hecho, el CCH-UNAM plantea que se puede abordar este elemento a través de actividades demostrativas, investigaciones experimentales, y proyectos. A partir del análisis del programa de física IV del C.C.H.-UNAM, podemos observar los distintos tipos de contenidos que deben enseñarse. Para esta propuesta se realizaron cambios importantes a los aprendizajes, estrategias, y temáticas del programa institucional, fundamentalmente en el sentido de que los contenidos disciplinares no son una vía necesaria para la formación de capacidades en los alumnos. Es importante señalar aquí que la aproximación de la unidad sugerida gira alrededor del concepto de la

naturaleza ondulatoria de la luz, más que alrededor de una visión basada en óptica geométrica y descripciones matemáticas extenuantes o de rutina. Dado que se trata de la primera y única unidad de óptica abordada en este colegio y debido al carácter formativo de la propuesta instruccional, sus contenidos deben presentar una introducción suficiente al conocimiento de los principios, los conceptos, y a las nuevas formas para introducir a los estudiantes a las temáticas científicas-experimentales, de tal manera que sea posible para la mayoría de los individuos desarrollar un entendimiento profundo de la óptica teniendo como base la teoría ondulatoria (la comunidad de práctica reforzará este entendimiento hacia todos los integrantes).

Por tales motivos, en **primer término**, se construyó una estructura conceptual de las temáticas a estudiar para la unidad de óptica ondulatoria, conectada y organizada alrededor de la teoría electromagnética y de los principios de *Huygens* y de la teoría de superposición de ondas, con el objeto de entender la relación entre los contenidos de enseñanza y profundizar en el estudio del tema. Es importante señalar la elección de la estrategia cognitiva “de puente” para abordar la teoría electromagnética en esta propuesta instruccional, puesto que se pretende relacionar la información nueva con los conocimientos previos de los estudiantes, principalmente sobre conceptos fundamentales como el de campo eléctrico y magnético, inducción electromagnética, radiación electromagnética, que representan conceptos básicos para la enseñanza de la óptica, cabe mencionar que dichos conocimientos son abordados en las unidades: fenómenos electromagnéticos, y sistemas electromecánicos y electrónicos en los programas de física II y IV en el C.C.H.

En **segundo término**, se hizo una revisión de la literatura sobre las teorías y datos que son relevantes para el desarrollo de nuevas formas de introducir a los estudiantes a las materias científicas y, considerando la directriz de aprendiz activo, se determinó que el proceso iterativo de construir teoría, crítica, y refinamiento basado en sus propias preguntas, hipótesis, y actividades prácticas, conjuntamente

con el análisis de datos experimentales; es el más apropiado para conocer y formar la estructura de la actividad científica en ellos.

En **tercer término**, se clasificaron las temáticas de estudio en tres tipos de contenidos y en cada tipo de contenido se agruparon las diversas funciones correspondientes, más amplias e inclusivas:

a) Contenidos Declarativos (Conceptuales):

1. Los principios fundamentales de la teoría ondulatoria de la luz.
2. El uso del tipo de equipo de laboratorio disponible.
3. La previa experiencia científica de los estudiantes en relación con la óptica (interacción luz-materia).
4. Las creencias epistemológicas sobre el conocimiento, y las teorías de la mente y de la inteligencia.

b) Contenidos Procedimentales:

1. La aplicación de diversas estrategias cognitivas.
2. La aplicación de procesos para formar la estructura científica de los estudiantes.
3. La aplicación de estrategias organizativas.
4. La aplicación de procedimientos de la investigación experimental en ciencias exactas.

c) Contenidos Actitudinales:

1. Los diversos tipos de disposiciones para adquirir capacidades a través de los contenidos declarativos y procedimentales, con el fin de describir el funcionamiento de varios dispositivos ópticos.
2. Los diversos tipos de disposiciones para participar en comunidades de aprendizaje dentro del debate y para desarrollarse como un aprendiz activo.

4. Fundamentos de la práctica docente

4.1 Estrategias de enseñanza aprendizaje

El término estrategia procede del ámbito militar, se entiende como el arte de proyectar y dirigir grandes movimientos militares, la actividad del estratega consiste en proyectar, ordenar y dirigir las operaciones militares de tal manera que consigue la victoria (Monereo, 1998). En el ámbito educativo se pueden entender a las estrategias de enseñanza como los procedimientos utilizados por el profesor de manera flexible y adaptativa en el manejo de los contenidos para promover aprendizajes significativos. Las estrategias de enseñanza son el resultado de las decisiones que toman el profesor respecto a cómo va a trabajar determinados contenidos con sus estudiantes, son acciones pensadas, planeadas e implementadas por el docente con el objetivo consciente de que el estudiante aprenda de la manera más eficaz (Martínez y Bonachea, 2006). Mientras que los objetivos contestan a la pregunta ¿para qué enseñar? Y los contenidos al ¿Qué enseñar?, las estrategias responden al ¿Cómo hacerlo?

Las estrategias de enseñanza constituyen un plan de acción diseñado deliberadamente, contempla todos los detalles que va a llevar a cabo el profesor en el aula con la finalidad de que el estudiante logre los objetivos propuestos. Son ese conjunto de actividades secuenciadas, diseñadas y organizadas por el profesor para promover el aprendizaje (Martínez y Bonachea, 2006). Con base en una secuencia didáctica la cual incluye inicio, desarrollo y cierre, el docente emplea las estrategias de enseñanza-aprendizaje que considere adecuadas para fomentar los aprendizajes esperados (Pimienta-Prieto, 2012). Diseñar las estrategias que resulten efectivas es importante ya que la forma de trabajar influirá directamente en la mayor o menor significatividad que los estudiantes les otorguen a sus aprendizajes. La efectividad de una estrategia radica precisamente en que cumpla con el propósito de que los estudiantes logren aprendizajes significativos (Bellido-Castaños, et al.,2018).

4.2 Aprendizaje activo

El término Aprendizaje Activo depende del contexto y de quién lo esté utilizando. En muchas ocasiones se utiliza indistintamente cuando se habla de:

Aprendizaje colaborativo, el cual puede abarcar una variedad de actividades, desde que los estudiantes discutan un problema o un concepto con algún otro durante la clase a lo largo del semestre.

Aprendizaje activo significa, básicamente, que los estudiantes están involucrados en algún tipo de actividad guiada en la clase, a fin de que estén haciendo algo en el aula, además de sentarse y escuchar al instructor dar la clase magistral o resolviendo los ejercicios en el pizarrón.

Con ello podemos distinguir dos consecuencias:

- a) En el aula, los alumnos no son receptores pasivos de conocimiento, sino que son activos.
- b) Los profesores no son vistos como fuentes de información, sino más bien como mentores o entrenadores (Breslow, 1999).

“Los métodos de participación interactiva son diseñados en parte para promover la comprensión conceptual a través de la participación interactiva de los estudiantes en actividades mentales (siempre), y de “manos a la obra” (en general), que producen información inmediata a través de la discusión con sus compañeros y/o instructores” (Hake, 1999, 2007, pp. 24)

4.3 La función docente

Una de las finalidades que ha tenido la docencia desde hace ya varias décadas es el de promover el desarrollo intelectual, personal y social de los estudiantes, “la función del docente de todos los tiempos viene definida por esto: producir aprendizajes que sean beneficiosos al desarrollo de la persona humana” (Bellido-Castaños, et al., 2018, pp 4), siendo específicos, se espera que el profesor sea

alguien que guíe a los alumnos al aprendizaje, que sea facilitador del aprendizaje, que sea un profesor reflexivo, lo anterior hace referencia a que no sólo se tome en consideración los contenidos curriculares, sino las disposiciones afectivas e intelectuales de los alumnos (Monroy-Farías et al., 2014). Con base en lo anterior, se consideró que para que la función docente se ejecutó de manera “idónea”, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- **Función comunicativa:** implica el uso de un lenguaje accesible para el grado en el que se encuentran los estudiantes, además, se requiere que el profesor entable una comunicación asertiva (verbal, lenguaje corporal y escrita), y una escucha activa con sus estudiantes (Martínez Torregosa, 2005).
- **Diseño metodológico:** se refiere al diseño de estrategias de enseñanza plasmadas en los planes de clase, estas deben generar ambientes de aprendizaje en los que los estudiantes desarrollen progresivamente su proceso de aprendizaje de manera autónoma y significativa (actividades centradas en que el estudiante sea el actor principal (De Miguel, 2006).
- **Función relacional:** implica que la interacción docente-estudiante es fundamental, y dependiendo del rol que asuma el docente se generará un clima propicio para la participación, discusión y análisis del aula. Asimismo, incluye en esta función que el profesor debe buscar el desarrollo de competencias interactivas o socio-racionales (saber convivir) en los estudiantes, por lo que fomentar el trabajo en equipo es fundamental (Pozo y Gómez, 2009).
- **Promover valores y actitudes positivas:** como se indica es fomentar estas actitudes en los alumnos, siendo indispensable que el docente las ejemplifique con sus actos.
- **Conducir la clase:** se refiere a que la función del docente ya no puede estar asociada exclusivamente a la exposición magistral que es característica de la escuela tradicionalista, más bien, el profesor debe adquirir un rol de guía.

4.4 Reflexión previa acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje (en lo general, y en lo particular aplicada al área de la óptica)

En la actualidad existen numerosas tendencias en la enseñanza de la Física que ofrecen, a partir de sus prácticas la posibilidad de lograr aprendizajes significativos. Sin embargo, también es frecuente que esas mismas prácticas conlleven a resultados inesperados. A menudo, propuestas didácticas fuertemente estructuradas, pero con débiles implementaciones llevadas al aula, dejan pobres cambios conceptuales en los estudiantes. En el **aprendizaje por descubrimiento**, se privilegia los procesos que sigue la Física sobre los conceptos de esta, ya que se caracteriza por el hecho de que la adquisición de conocimientos es producida por el propio sujeto. Se fundamenta en la creencia de que los métodos son más relevantes que los contenidos, ya que los experimentos pueden proporcionar al estudiante lo fundamental de la ciencia, en este caso, el trabajo de laboratorio es el más importante. En el **aprendizaje por resolución de problemas** se considera que los problemas planteados de manera teórica o práctica privilegian la adquisición y desarrollo de un método de resolución necesario para el aprendizaje, pero se cae en que los alumnos memorizan soluciones explicadas o solo tienden a reconocer problemas que ya han sido resueltos.

En los métodos de transmisión del conocimiento sólo hay referencia a la adquisición de conocimientos, mas no al aprendizaje de conceptos. La verdadera asimilación de conocimientos exige: relación, diferenciación y reconciliación integradora con los conceptos pertinentes que ya existían, y cuanto más activo sea este proceso, tanto más significativos y útiles serán los conceptos asimilados. En estos métodos se evidencia la actitud pasiva del estudiante, ya que el estudiante llega a la clase con conocimientos empíricos ya constituidos y ahora nuestra tarea es tratar de transformar los ya acumulados por la vida cotidiana. Si la transmisión de conocimientos elaborados no hace posible el aprendizaje significativo de conceptos, las preconcepciones de los estudiantes persistirán.

Sokoloff ha desarrollado un método denominado Aprendizaje Activo (*Active Learning in Optics and Photonics ALOP*) donde se destacan algunos “trucos” de la

óptica para su enseñanza y aprendizaje, y donde se incentiva la innovación y la creatividad experimental. Este método consiste en guiar a los estudiantes, a través del autoaprendizaje, a una posición de predecir, argumentar y analizar los resultados de las prácticas. Por otro lado, el hecho de que la mayoría de los profesores de nivel medio superior no han contado con un entrenamiento suficiente y adecuado para el uso del equipo disponible *Newport* (no han existido cursos técnicos suficientes dirigidos a los instructores por parte de la compañía *Newport* o representantes), éstos prefieren enseñar la óptica de una manera más tradicional y en forma meramente teórica, sin aprovechar el potencial que esta unidad de enseñanza presenta a nivel experimental. Lo anterior representa en parte, una de las principales diferencias en el nivel académico adquirido por estudiantes de países desarrollados y estudiantes de países en vías de desarrollo: las habilidades y destrezas técnicas y manuales adquiridas por la práctica experimental. Por otra parte, se ha encontrado que la enseñanza tradicional a través de la resolución de problemas numéricos no desarrolla un nivel de entendimiento espontáneo y útil para los estudiantes, en el que se apliquen conceptos científicos a objetos y eventos reales.

Respecto al plan de estudios del CCH, se revisó minuciosamente el plan actualizado, el cual pretende, en el área de ciencias experimentales, lograr los siguientes objetivos:

- *“Buscar que el estudiante adquiera una visión global de las ciencias y de la naturaleza, con elementos comunes a las diferentes disciplinas del área a saber, nociones y conceptos generales presentes en todos los cursos como son: cambio, regulación, conservación, regularidad, energía, materia, interacción, equilibrio, sistema, modelo, predicción, contexto del conocimiento científico, historicidad de la ciencia, y abordar el estudio de los fenómenos en la perspectiva de cada disciplina y de sus vinculaciones con otras áreas del conocimiento”.* (Salazar,2008 pp 9)

- *“Buscar un aprendizaje de los conceptos y la metodología en una imbricación, a lo largo de los cursos de las distintas ciencias del área, y evitar considerar un método científico como objeto de conocimiento”. (Salazar,2008 pp 9)*
- *“Atribuir, en consecuencia, la importancia y la función adecuada a la experimentación en el aprendizaje de las ciencias, según sus relaciones diversas con los contenidos de los programas del área”. (Salazar,2008 pp 9)*

La población estudiantil a la cual va dirigido el trabajo son adolescentes que cursan el último año del bachillerato, es decir, estudiantes que pretenden seguir carreras afines del área Físico-Matemática, y han cursado previamente un año de Física obligatoria. Algunas características observadas en estos estudiantes al finalizar el C.C.H. en esta área, son: inseguridad y poca motivación para participar, presión de terminar el bachillerato, carga de trabajo de otras materias, baja autoestima, falta de lenguaje científico, entre otros. Las necesidades de los estudiantes a partir de los cuales se delinea el diseño instruccional propuesto en el presente trabajo son varias, entre las cuales, la comprensión de conceptos de física (caso: óptica) y los modelos que los explican son prioritarios, para lo cual se consideran los requerimientos intelectuales.

La enseñanza tradicionalista se ha determinado como un proceso centrado en el profesor y en el contenido de la asignatura misma; sin embargo, actualmente existen avances respecto de considerar al alumno y sus características (tanto psicológicas, socioeconómicas, etc.) como parte integral del proceso aprendizaje-enseñanza, dando esto lugar a nuevas visiones generadoras de metodologías alternas de enseñanza-aprendizaje. Un ejemplo concreto de lo anterior es, según la teoría de las “inteligencias múltiples”, que cada estudiante aprenda de distinta forma, dependiendo de sus aptitudes, creencias, conocimientos básicos y experiencias previas (incluyendo vivencias cotidianas). Esto nos llevaría a ofrecerles una atención individualizada lo cual repercutirá trascendentalmente en su proceso de aprendizaje y, por ende, el profesor potencializará la eficiencia con la que cada alumno logrará retener información según esta teoría (Arandia et al 2016).

Usualmente, los estudiantes del bachillerato que tienen problemas con la asignatura de física se cuestionan el para qué les servirá estudiar esta disciplina, si ellos no van a ser investigadores físicos. Sin embargo, aunque cursen otras carreras no científicas o de ingeniería, en el futuro pueden llegar a ocupar puestos ejecutivos dentro del sector público o privado, en donde se hará necesario el conocimiento científico y tecnológico que les pueda ayudar a tomar mejores decisiones (como por ejemplo: ¿Qué tipo de tecnología es adecuada transferir o implementar?, ¿Qué tipo de tecnología es más económica o ecológicamente más amigable?, etc.) en beneficio de las entidades o empresas a su cargo y. finalmente, en beneficio de la sociedad. Además, el conocimiento científico les permite tener una visión más amplia del entorno circundante para entender y adaptarse mejor a la sociedad que les rodea.

La generalidad de estudiantes en nivel bachillerato (público), no escapan de presentar actitudes similares en el aula, independientemente del subsistema, estando acostumbrados a seguir las instrucciones de los profesores, sin entender a fondo las actividades que llevan a cabo, por lo cual numerosas actividades son realizadas con mala disposición. Esto da a entender que la imposición de las actividades que los profesores presentan en el currículo verdadero es en parte un factor de la oposición a participar de algunos estudiantes en las actividades dentro del aula, esto debido a que en dichas dinámicas los alumnos reconocen el papel autoritario del profesor, además de que estas prácticas no tienen sentido para algunos de ellos (están descontextualizadas). Finalmente, es importante hacer notar la influencia del *status* sociocultural de los padres en el comportamiento pasivo de los estudiantes, ante las actividades intelectualmente demandantes (Blancas, 1983).

Las creencias epistemológicas de los estudiantes del bachillerato están solo empezándose a formar, de ahí la necesidad de que desarrollen y tomen conciencia en etapas tempranas, de creencias relacionadas con tópicos científicos, en particular con la temática de la física, donde existen conceptos difíciles de entender y sobre los cuales tienen escaso o nulo conocimiento. Para esto es necesario que

el alumno fortalezca sus creencias epistemológicas básicas, como el cuestionar la relatividad de la verdad para así llegar a creencias/conceptos avanzados sobre la complejidad y veracidad del conocimiento, la fuente del conocimiento, las formas en que el conocimiento crece y cambia, y la relación entre la teoría científica y la experiencia cotidiana, así como las creencias sobre el papel de la evidencia y los procesos de justificación implementados en la ciencia (Coll, 1996).

La física, y por consiguiente la óptica, son disciplinas básicamente experimentales que para la mayoría de los científicos constituyen un instrumento maravilloso que ayuda a explicar los fenómenos naturales basándose en el rigor de la metodología científica, abordando su estudio a partir del mundo a nivel atómico y subatómico (nanociencias), hasta el estudio del mismo universo. Por otra parte, numerosas invenciones tecnológicas han sido desarrolladas a partir de conocimientos fundamentales de fenómenos físicos; en particular, dentro del campo de la óptica, la invención de láser. El láser es actualmente muy útil en la vida cotidiana (reproductores de audio, video y CD-ROM, lectora en cajas registradoras de los supermercados, transmisión de información por fibra óptica, generador de imágenes holográficas, usado en diversas técnicas quirúrgicas, para el entretenimiento en salas de baile, etc.), y de gran importancia en la investigación científica. Este instrumento ha causado, en general, gran interés en la población debido a lo espectacular de sus aplicaciones; sin embargo, el entendimiento de los fundamentos físicos sobre los cuales se sustenta, están muy lejos de ser entendidos e incluso de ser de interés, en particular por la población estudiantil. Este hecho se basa primordialmente en el temor de los estudiantes a enfrentar temáticas científicas donde tanto la búsqueda de retos, como una alta persistencia en querer entenderlas, son requeridas para lograr el pensamiento abstracto necesario en la comprensión de un fenómeno natural y/o de tecnología compleja. Específicamente, la naturaleza ondulatoria de la luz es la manifestación más común que da origen a los fenómenos ópticos más perceptibles para el ser humano, por lo tanto es requerido que los estudiantes involucrados en el estudio de fenómenos ópticos manejen conceptos abstractos, como lo son: fuente puntual de luz, rayo de luz, frente de onda y su propagación, el principio de superposición (interferencia), el

significado de ondas transversales y longitudinales; además del entendimiento y visualización de fenómenos tales como el de refracción, difracción, interferencia y polarización (por no mencionar los efectos cuánticos de emisión de luz involucrados en la generación de radiación láser). Es importante mencionar aquí que, para entender los fenómenos más básicos originados por la luz, como lo son la generación de sombras y de colores, se sugiere que habría una idea clara de propagación en el espacio de un ente físico, invisible y sin color (“luz blanca”), y además entender el proceso que da lugar a la percepción de la luz y del color.

Con ello, puedo mencionar que al acentuar la participación y actividad del alumno, fomentando el trabajo de grupo, y aspirando al trabajo colaborativo, permitirá la crítica argumentada de la validez de la información y de las declaraciones que otros o el mismo individuo viertan sobre un problema/idea, dando lugar al importante y enriquecedor intercambio de experiencias diversas, todo esto con el fin de hacer del conocimiento del grupo el rango de pre-conocimiento, habilidades, creencias y conceptos de los integrantes del mismo grupo, para finalmente converger a un conocimiento común aceptado/validado por todos. El objeto de esto es contrarrestar la “contradictoria” fragmentación de nuestra sociedad ocasionada por el individualismo predominante, para lo cual se requiere replantear la visión convencional del grupo escolar en una comunidad de práctica que, en parte, aprovecha las diferencias de estatus social, de experiencias referentes al tema bajo estudio, o bien de intereses vocacionales de los estudiantes (Domenech, 2013). De esta forma, al comunicarse entre ellos, los conocimientos y experiencias propias referentes a la temática bajo estudio, y su presentación ante pares con el correspondiente esfuerzo y lenguaje, la comunidad logrará visualizar esta información desde una perspectiva más afín a su identidad, lográndose así la participación de todo el grupo en la generación de conocimiento. Esto, se espera, mejorara el proceso enseñanza-aprendizaje, donde el instructor puede dejar de ser la figura central dentro de este proceso dentro del aula.

5. Propuesta de secuencia didáctica

5.1 Objetivo general y particular

Objetivo general: El objetivo general de este trabajo consistió en diseñar y aplicar una secuencia didáctica basada en el aprendizaje activo para promover el trabajo colaborativo en los alumnos, esto con el fin de lograr un aprendizaje significativo de los conceptos de Óptica.

Nota: Para lograr esto, se precisó analizar los resultados obtenidos al inicio y al final de la intervención didáctica en función del aprendizaje de los contenidos conceptuales, procedimentales, y actitudinales.

Objetivo particular: El alumno integrará los resultados experimentales de fenómenos ópticos en los modelos de la luz, esto en base a la abstracción de los elementos esenciales involucrados en dichos fenómenos, y que corresponden a los conceptos básicos a ser asimilados cognitivamente (de acuerdo a los contenidos curriculares definidos).

5.2 Método

Se diseñó una secuencia didáctica basada en la elaboración de experimentos, conforme al modelo educativo del CCH, se realizó la planeación de las actividades considerando su plan de estudios. La Unidad II del programa de estudios de la materia de Física IV, tiene como propósito que, al finalizar, *“Emplear modelos matemáticos a partir de resultados experimentales, que expresen relaciones entre las magnitudes que caracterizan a los sistemas electromagnéticos y ópticos.”* (Programas de estudio de Física III y IV, CCH). Esta secuencia didáctica comparte este objetivo, al contribuir a que el alumno conozca el campo de la Óptica desde el punto de vista ondulatorio y corpuscular, ya que, al ser un tema de la última unidad, este prácticamente no se aborda en las clases, o depende de la orientación del Profesor para llevarlo a cabo.

La aplicación de esta secuencia se llevó a cabo en el horario matutino del plantel Sur. En el semestre 2014-2, se aplicó al grupo 409. Este primer diseño se modificó después de su aplicación de manera que se agregó la enseñanza del mapa conceptual, la evaluación del docente y de la secuencia didáctica por parte de los alumnos, con la finalidad de establecer su eficacia. Uno de los criterios fue un examen escrito, mismo que fue presentado al inicio y final de la secuencia didáctica. Se analizaron las respuestas del examen inicial con la intención de observar los conocimientos previos, y para saber si existe una diferencia significativa entre las respuestas del examen final que fuese atribuible a la aplicación de la secuencia didáctica.

5.3 Procedimiento específico

Primeramente, se fijan metas cognitivas a alcanzar en el desarrollo de la secuencia didáctica, para ello se establecen los puntos concisos a atacar de acuerdo con la temática abordada, y con los alcances curriculares que deben considerarse en el curso. Estas metas deberán reflejarse en las capacidades de los alumnos para poder analizar, discernir, y comprender los puntos propuestos de forma colectiva e individual (mediante la prueba diagnóstica de entrada y la de salida). De esta forma se plantean los puntos concisos que responden a la siguiente pregunta:

¿Qué quiero que se vea y comprenda en clase?

- Foco puntual y puntos.
- Concepto de rayo de luz.
- Rayos de luz láser y de luz blanca colimada.
- Haces de luz paralelos.
- Predicciones sobre el comportamiento de rayos que se reflejan en un espejo plano a partir de fuentes de luz láser.
- Conceptos de: rayo incidente, rayo reflejado, recta normal, ángulo de incidencia y ángulo de reflexión.

- Ley de la reflexión.
- Cambios de planos de incidencia.
- Rayos transmitidos en el segundo medio óptico con fuente láser.
- Relación entre los ángulos de incidencia y el ángulo de refracción (Ley de Snell).
- Concepto de índice de refracción de una sustancia a partir de la gráfica de seno del ángulo de incidencia vs. seno del ángulo de refracción.
- Plano de transmisión en la refracción.
- Existencia de un ángulo límite para la transmisión de un rayo, y **en** qué condiciones ocurre.
- Medición de ángulos de incidencia y ángulos de refracción hasta el ángulo límite.
- Aplicaciones de la “conducción” de un rayo de luz (simulación de una fibra óptica).
- Concepto de puntos de un objeto como fuentes puntuales de luz.
- Ubicación de los puntos extremos de un objeto como fuentes puntuales de luz.
- Transmisión de los rayos desde cada punto extremo del objeto y su transmisión después de la lente.
- Predicción de las características de la imagen al acercar o alejar el objeto de la fuente.
- Predicción de los cambios sufridos por la imagen cuando se cubre parcialmente la lente.
- Ubicación del foco de lentes convergentes y divergentes con haces de rayos paralelos.
- Predicciones cualitativas con lentes positivas sobre movilidad y enfoque.
- Ubicación de la distancia focal de una lente positiva y formación de la imagen de un objeto más allá de la distancia focal.
- Predicción de la imagen de un objeto colocado a una distancia menor que la distancia focal de una lente positiva.
- Aplicaciones de las lentes en defectos ópticos del ojo humano (corrección de aberraciones ópticas).

5.4 Estructura de la práctica Docente

Se realizaron 3 sesiones de dos horas cada una en las que previamente se seleccionaron los temas que se abordarían en cada una de las sesiones citadas más adelante, así como los alcances y materiales necesarios para su implementación en el aula. Durante las actividades, los alumnos respondieron individualmente y de manera grupal los cuestionamientos dirigidos y discutieron las reflexiones que fueron desarrollando.

- En la primera sesión se aplicó una evaluación diagnóstica con la finalidad de obtener una idea de cómo los alumnos entienden y manejan los conceptos de interés según sus preconcepciones (Figura 1).
- En la segunda sesión se abordaron los temas de reflexión y refracción.
- En la tercera sesión se abordaron los temas de óptica geométrica, así como la aplicación del examen diagnóstico (mismo examen inicial), con la intención de realizar la evaluación comparativa y objetiva entre estas dos etapas, así como la eficacia de la secuencia.

5.5 Aplicación de la secuencia didáctica: primera sesión docente

Desde la primera sesión, se acordó que se aplicaría un examen diagnóstico, esto parte de una categorización propuesta en este trabajo, misma que toma en cuenta los aprendizajes esperados en el plan de estudios respectivo, así como las aportaciones de los docentes expertos en las áreas de Física y Pedagogía que opinaron sobre el tipo de instrumento que se aplicaría. Una vez planteadas las preguntas y obtenidas las respuestas, se realizó la estadística básica referente a los promedios obtenidos. Con lo anterior, fue posible cuantificar el avance de los alumnos a partir de la intervención realizada, este mismo procedimiento se realizará al final de cada sesión; además, cabe destacar que se tuvo la retroalimentación por parte del profesor titular con la finalidad de efectuar una “mejora continua” del proceso enseñanza-aprendizaje. Asimismo, se generó una interacción con los alumnos, de manera particular y grupal, con la finalidad de obtener una mejor idea

de lo que se está considerando en las sesiones. El examen diagnóstico aplicado consta de las siguientes preguntas de opción múltiple:

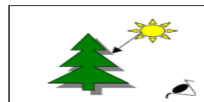
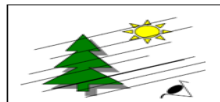
Cuestionario de entrada (Examen diagnóstico):

Contesta el siguiente examen subrayando una de las opciones indicadas en cada pregunta.

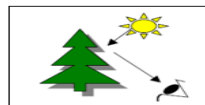
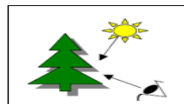
1. En una habitación, hay una lámpara encendida, un espejo, una mesa y varias sillas. ¿Dónde hay luz?:

- a) La luz está en la lámpara.
- b) En la lámpara y en el espejo.
- c) En todos los objetos: las paredes, el espejo, la mesa, las sillas, etc.
- d) En toda la habitación.

2. De los siguientes esquemas ¿Cuál crees tú que explica mejor el por qué vemos el árbol?:



- a) La luz del sol llena el espacio.
- b) El árbol está iluminado por el sol.

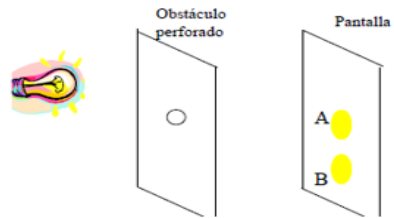


- c) La visión va del ojo al árbol que está iluminado por el sol.
- d) La luz del sol se refleja en el árbol y llega a nuestros ojos.

3. ¿Cómo es la sombra de un objeto iluminado por una bombilla que alumbra muy poco con respecto a la sombra del mismo objeto iluminado por una bombilla que alumbre mucho?:

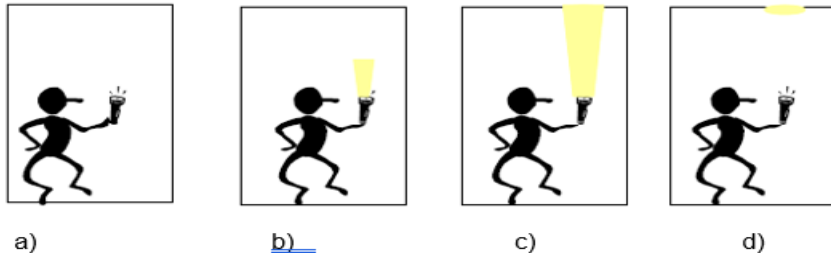
- a) Más grande
- b) Más pequeña
- c) Del mismo tamaño
- d) No lo sé

4. En la siguiente figura se representa una bombilla, un obstáculo con un orificio y una pantalla. ¿Llegará luz a la pantalla?:

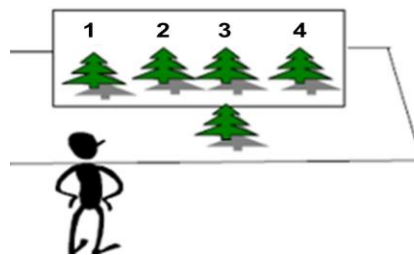


- a) No. b) Sí, estará iluminada la zona A. c) Sí, estará iluminada la zona B.
 d) Sí, estarán iluminadas las zonas A y B.

5. En una habitación perfectamente oscura, limpia y sin polvo ni humo en el aire, se enciende una linterna dirigida hacia el techo. Elige el dibujo que represente lo que observarías:



6. En la figura siguiente, ¿dónde localiza el observador la imagen del árbol en el espejo?:

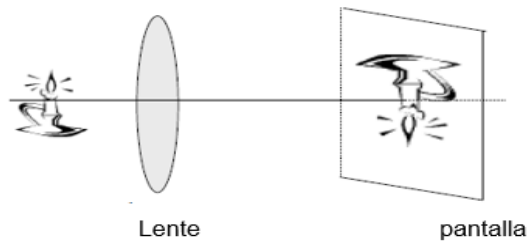


- a) Posición 1, frente al observador. b) Posición 2, entre el observador y el árbol. c) Posición 3, frente al árbol. d) Posición 4, a la derecha del árbol.

7. La luz del sol al atravesar una lupa es capaz de quemar un papel. En esta situación se cumple que:

- a) La cantidad de luz que sale de la lupa es mayor que la que llega a la lupa.
 b) La cantidad de luz que sale de la lupa es menor que la que llega a la lupa.
 c) La cantidad de luz que sale de la lupa es igual que la que llega a la lupa.
 d) La cantidad de luz que llega al papel depende de lo oscuro que sea el papel.

8. Observa la imagen invertida que de la vela forma la lente sobre la pantalla. Al quitar la lente:

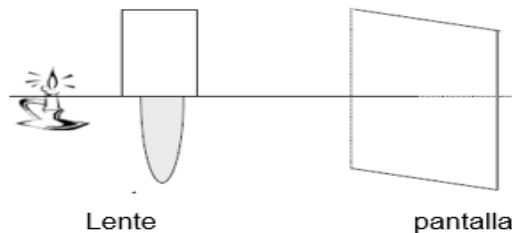


- a) La imagen desaparece.
- b) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo, pero derecha.
- c) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo, pero más pequeña.
- d) La imagen sobre la pantalla se seguirá viendo, pero derecha y del mismo tamaño.

9.- Como en la cuestión anterior, observa la imagen formada de una vela por una lente en la pantalla. Al quitar la pantalla:

- a) La imagen no se forma.
- b) La imagen no se ve, pero sí se forma.
- c) La imagen no desaparece, pero está derecha.
- d) La imagen no desaparece, pero se hace más pequeña.

10.- Siguiendo con la misma figura, si se tapa la mitad de la lente:



- a) Se formará sólo la mitad correspondiente de la imagen.
- b) Se formará la imagen entera.
- c) No se formará la imagen.
- d) Se formará una imagen de la mitad del tamaño que la anterior.



Figura 1. Aplicación del examen diagnóstico.

Una vez aplicado el examen diagnóstico la sesión se desarrolló de acuerdo con la siguiente estrategia didáctica:

Inicio: Se presentarán imágenes asociados a los fenómenos de reflexión, en la que los alumnos deben de discutir en equipo las ideas principales. ¿Cómo se forman las imágenes?, ¿Por qué se ven así?, ¿Cómo lo explicarías? Posteriormente se confrontarán las deliberaciones e ideas principales con los equipos restantes.

Primera imagen: Reloj con la numeración contraria.

Segunda imagen: Vaso con reloj.

Tercera imagen: Pozo infinito.

Desarrollo: Los grupos van a desarrollar una práctica en la que deberán de describir las observaciones que obtengan (anotaciones), así como las predicciones asociadas al fenómeno, en la que primero se les indicará que escriban lo que piensan que va a suceder, después escribirán lo que vieron, y finalmente describirán, tratando de explicar, el por qué el fenómeno observado sucedió así. Posteriormente el profesor preguntará a cada equipo las ideas generadas y las confrontará con la teoría, se irán dando pistas, o bien se hará la retroalimentación de las predicciones. Una vez que hayan realizado la práctica, el Profesor dará una

clase expositiva en la que hará un recuento de las ideas que tuvieron los equipos, para que sean los mismos alumnos los que generen el concepto esperado.

Cierre: Se planteará una modificación del arreglo experimental para que los alumnos verifiquen los conocimientos adquiridos y dar un reforzamiento del concepto construido al tratar de reproducir el experimento modificado, y con ello, explicar con sus propias palabras **por qué** sucedió de esa manera.

Comentarios de la primera sesión: Se llevó material propio para la implementación de la primera clase, en la que se fomentaba el cuestionamiento hacia los estudiantes, al principio no se tenía aportaciones por parte de los chicos, sin embargo, la propia sesión permitió que los alumnos siguieran intercambiando ideas ya que se fomentó el trabajo colaborativo en la interpretación y construcción de imágenes. Se considera que esta actitud de los alumnos era de esperarse (el no querer participar), debido a que al estar presente otro profesor, les queda la incertidumbre sobre la continuidad de las sesiones, de pasar de una clase centrada completamente en el profesor, a otra que se le cuestiona y toma en cuenta sus comentarios.

En la entrevista que se realizó con el profesor titular del grupo al día siguiente, se menciona que los chicos tuvieron un cambio de actitud, ya que con él se comportaban de forma pasiva y no se fomentaba la participación, pero las observaciones más importantes que menciona es que al tratar de retomar los conceptos de semejanza de triángulos, no consideré que los mismos alumnos tienen un rezago en matemáticas, y cambiaron de actitud al revisar el tema debido principalmente a que no ven la aplicabilidad o la razón del porqué se emplea, y destaca que se debe de fomentar el intercambio de ideas para que el alumno confirme los conocimientos que ha visto en sus clases de matemáticas (trigonometría).

5.6 Aplicación de la secuencia didáctica: segunda sesión docente

Con las observaciones dadas por el profesor titular se retoma en la sesión las ideas principales que se abordaron y la aplicación se desarrolló de la siguiente manera:

Inicio: Se presentarán imágenes asociados al fenómeno de refracción, en la que los alumnos deben de discutir en equipo las ideas principales sobre la trayectoria de la luz, el tipo de material que se está empleando, y la diferencia si se emplean sustancias distintas. Posteriormente se confrontarán con los equipos restantes las ideas principales.

Actividad: Se presentarán imágenes del concreto traslúcido con la finalidad de que los alumnos traten de explicar el porqué del fenómeno, realizarán la lectura del reportaje sobre la capa de invisibilidad y realizarán una imagen en forma de flecha la cual colocarán al lado de un vaso lleno con agua.

Desarrollo: Cada equipo va a describir los fenómenos asociados a cada imagen que se presente, enumerando los conceptos teóricos relevantes del tema. Se da una definición de la ley de Snell y se engloba con los conceptos de Reflexión y Refracción, posteriormente se realiza el desarrollo matemático de las ecuaciones. Los alumnos van a desarrollar algunos ejercicios y observarán cómo es la reflexión interna al emplear un rayo láser sobre un chorro de agua.

Cierre: Se pide que por equipos presenten comentarios sobre la actividad, tanto las ideas que se anotaron al inicio y la final de la actividad, de tal manera que contrasten sus propios comentarios.

El material que se facilitó a los alumnos para esta sesión se distribuyó por equipos, principalmente se trata de las siguientes componentes ópticas y materiales varios:

- Papel maylar con acetatos para poder doblarlos y tener la noción de espejo cóncavo y convexo.

- Un láser y recipientes de vidrio para mostrarles el fenómeno de reflexión total interna, así como la refracción.

La clase se centró especialmente en que los alumnos, al observar el fenómeno óptico, argumentaron lo que estaba pasando y lo asociaron con los conceptos que se habían visto en la sesión anterior. Al ver los experimentos demostrativos hubo un cambio en las actitudes de los alumnos, por lo que se tuvo un ligero avance en los temas de reflexión y refracción, así como en el desarrollo de problemas relacionados con los temas, como no había mayor complejidad en los ejercicios, los alumnos los resolvieron sin problema, además de que se contaba con la solución en los mismos ejercicios, razón por la cual hacían una comparación inmediata. Así, algunos alumnos, al no tener el resultado que venía impreso se regresaban nuevamente a calcularlo, o a ver en dónde se tenía el problema. En general se tuvo mayor interacción con los alumnos, tanto al plantear la dinámica de cuestionarlos directa o indirectamente, de comentarles acerca de sus procedimientos, y formas múltiples de hacer desarrollos algebraicos.

La observación del profesor titular hacia esta sesión ha sido que no se consideró de forma más precisa los tiempos, y se corre el riesgo de saturarlos de información, así que su recomendación ha sido dosificar mejor las actividades y dar mayor tiempo a los intercambios de ideas para que se fomente el trabajo colaborativo. El inconveniente ha sido el empleo de la calculadora, ya que se detenían por no saber cómo introducir los datos, o cómo diferenciar el modo de cálculo de los ángulos.

5.7 Aplicación de la secuencia didáctica: tercera sesión docente

No se abordaron más temas, debido a los tiempos propuestos, sino más bien, se trató de hacer cierres de cada tema (reflexión y refracción) con experimentos sencillos, esto debido a la reflexión que se tuvo con el profesor titular (Figura 2).

Se llevaron transportadores impresos, pares de espejos planos con la finalidad de que vieran la reflexión múltiple y contaran el número de imágenes según

modificaran el ángulo entre espejos. Se usaron espejos planos y uno parabólico para ejemplificar el foco, distancia focal, imagen derecha e izquierda, imagen invertida, tamaño de la imagen según la distancia de separación hacia el espejo. Aquí como nota especial, a estos dos espejos se les colocaron imanes en la parte posterior, por lo que al quedar pegados al pizarrón y darle movilidad les brinda a los alumnos facilidad para interactuar y variar las distancias de separación. Asimismo, se aplicó el examen diagnóstico inicial, con la finalidad de hacer el cotejo del antes y después de la aplicación.

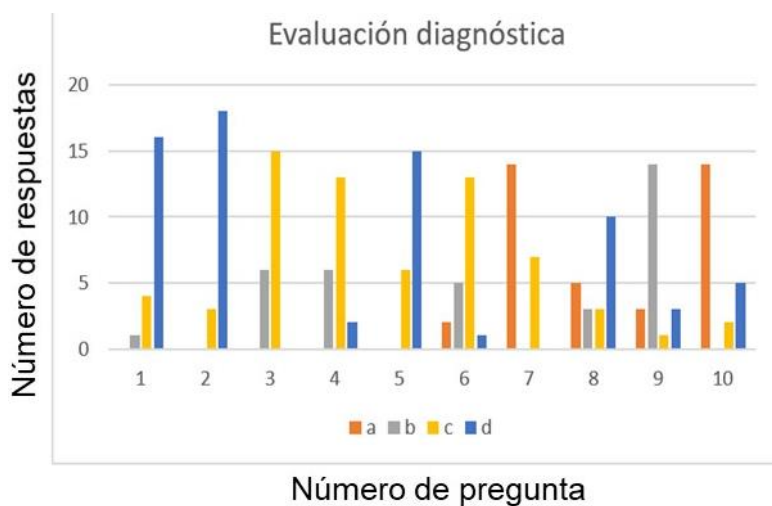


Figura 2. Distintos momentos de las sesiones.

6. Resultados obtenidos de la práctica docente

Los resultados referentes a la Evaluación diagnóstica aplicada en la primera sesión se muestran en la **Gráfica 1**, en donde se observa en el eje vertical al número de alumnos que presentaron la evaluación, en el eje horizontal se tiene el número de pregunta, en el cual se observa la variación en las respuestas. Debido a que el

tema aún no se había abordado en el semestre, se comprende la gran variación y desproporción de las respuestas.



Gráfica 1. Resultados evaluación diagnóstica de la primera sesión.

Al finalizar la tercera sesión se aplicó el mismo examen de entrada (**Gráfica 2**), con la intención de realizar la evaluación comparativa:



Gráfica 2. Resultados de la aplicación de la evaluación diagnóstica

La intención de realizar esta evaluación diagnóstica no es preparar al estudiante para un examen tipo, ni sustituir la práctica docente del profesor titular, sino enriquecer la retroalimentación, con objeto de promover el aprendizaje significativo y activo de acuerdo con los intereses y necesidades específicas del grupo. Este recurso tiene la intención de apoyar la práctica docente por medio del análisis de los resultados, para proponer estrategias de enseñanza que impacten positivamente en los procesos de aprendizaje.

Al realizar la comparación de las respuestas de las gráficas 1 y 2, podemos comentar que hay grandes cambios en la comprensión de la trayectoria de la luz, en la primer pregunta pasa de un 16% con respuestas acertadas, hasta un 88%; en la segunda pregunta se pasa de un 12% hasta el 100%, en particular las preguntas 5 y 7 pasan de cero respuestas correctas hasta un 62 y 75% respondidas de forma acertada. En las últimas 4 preguntas se hace referencia al empleo de una lente convergente, por lo que pasan de porcentajes de 12.5 %, 8% y 20% de respuestas correctas, hasta un 58%, 79% y 83%, respectivamente.

Con estos resultados se propone medir el aprendizaje de los estudiantes, para ello se aplica el “factor de ganancia de Hake”, propuesto por Richard Hake, profesor de la Universidad de Indiana, en el que destaca que se aplica el cuestionario antes del trabajo didáctico (pre-test) y después de realizado éste (post-test) y procediendo al análisis mediante la siguiente fórmula. (Hake. 1998):

$$g = \frac{\%(post - test) - \%(pre - test)}{100 - \%(pre - test)}$$

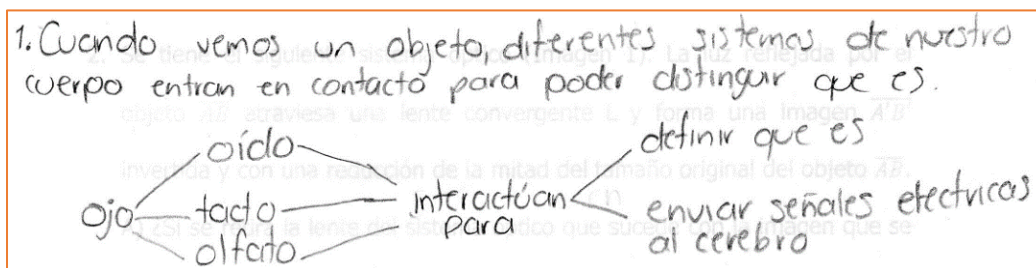
Donde los porcentajes mencionados se refieren a los aciertos obtenidos en la aplicación de la prueba antes y después del uso de la estrategia de enseñanza. El propio Hake, brinda un indicativo para interpretar el valor obtenido (Hake, 2007):

Valor de g	Eficacia
$g > 0.7$	Alta
$0.3 < g < 0.7$	Media
$g < 0.3$	Baja

Esto hace notar que el empleo de una evaluación diagnóstica es fundamental para poder adjudicar, correctamente, el diseño y desempeños de las estrategias empleadas por el profesor, así como entender el nivel conceptual del grupo y establecer las secuencias a implementar para el correcto entendimiento (por parte de los alumnos), de los conceptos por atender en el aula. De esta forma, esta información orienta en la reestructuración y ajuste de la secuencia didáctica y, dependiendo de la experiencia del docente, este puede enfocarse de manera específica a la comprensión de los conceptos pertinentes. En este caso particular, a los conceptos de: trayectoria de la luz, su naturaleza, y propiedades. Por lo que considero especialmente importante en mi práctica docente realizada, que para que la evaluación diagnóstica cumpla con su cometido, se debe seguir de manera inmediata el tratamiento pedagógico estructurado *ad-hoc* para ello. De esta forma, la situación inicial propiciara por sí misma el aprendizaje significativo fundamentado en la planeación previa. De esta forma, al regresar la evaluación final, los estudiantes podrán dar cuenta de su progreso y de la adquisición de los nuevos conocimientos de forma efectiva, para propiciar una reflexión introspectiva sobre sus capacidades ante las materias del área científica.

A continuación, se desglosan (por pregunta), a manera ilustrativa, algunas de las variadas respuestas obtenidas, así como la respectiva mejora después de la aplicación de la secuencia didáctica:

1. En relación con la trayectoria de la luz y la forma como percibimos los objetos, hubo muchas respuestas erróneas, en las que se destacan desde aquellas respuestas que lo interpretan con los sentidos humanos:



hasta aquellas que tratan de englobar todos los factores, teniendo nociones de lo que es; sin embargo, se le dificulta el plantearlo adecuadamente:

? Personalmente creo que vemos un objeto mediante varios órganos internos oculares, ya que sin éstos pues la visión sería prácticamente inexistente, por otra parte también intervienen diversos factores del medio en el que nos encontramos, ya sea la temperatura o condiciones climáticas en las que nos hallamos, como luz solar, la oscuridad; etc.

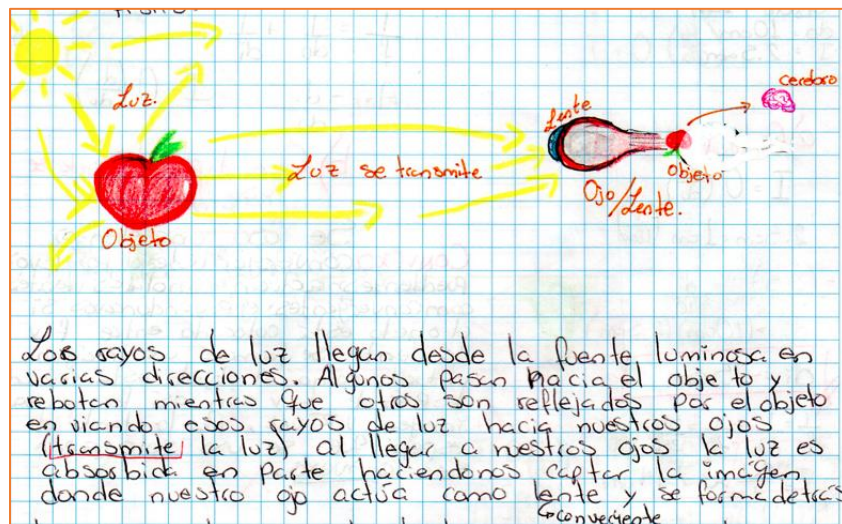
Así vemos:

El sol refleja la luz, mediante los órganos oculares, creo.

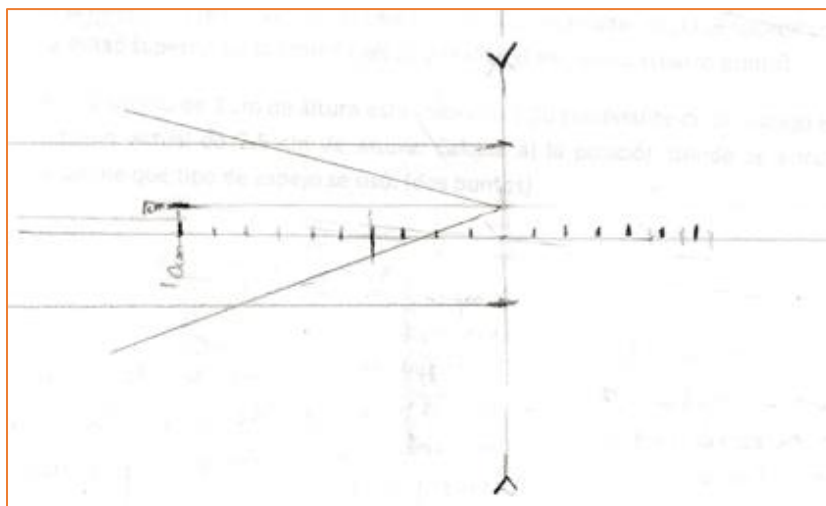
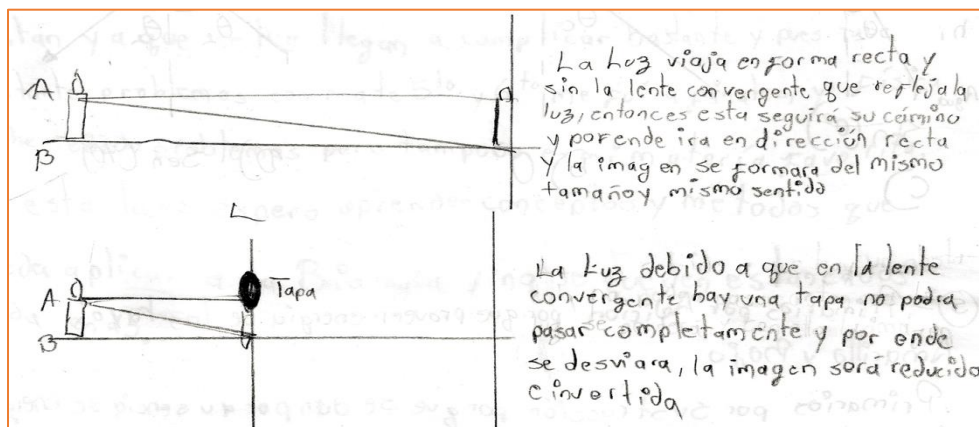
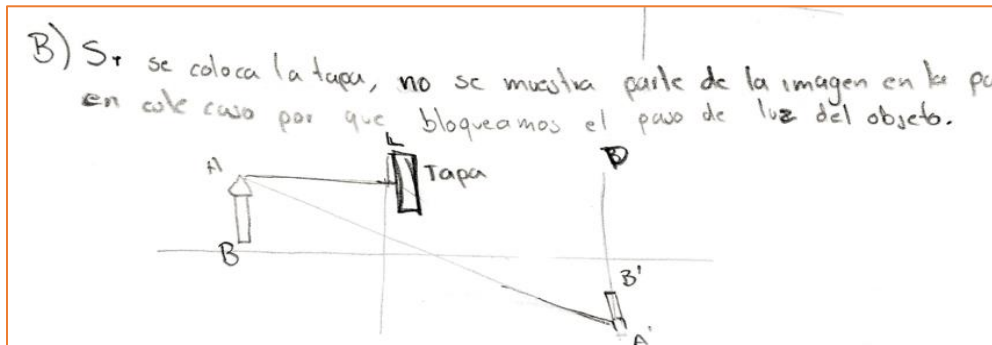
Muestro a continuación la interpretación, al mencionar que nosotros mismo somos los que traducimos los colores para observarlos:

1) Observamos un objeto gracias al elemento de la luz. Principalmente logramos distinguir objetos por la luz y después los traducimos al colores, dando forma y característica al objeto observado.

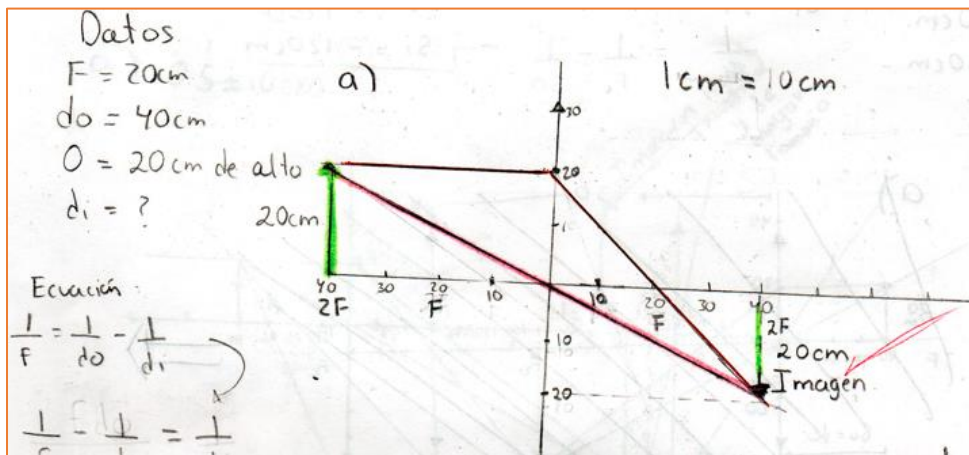
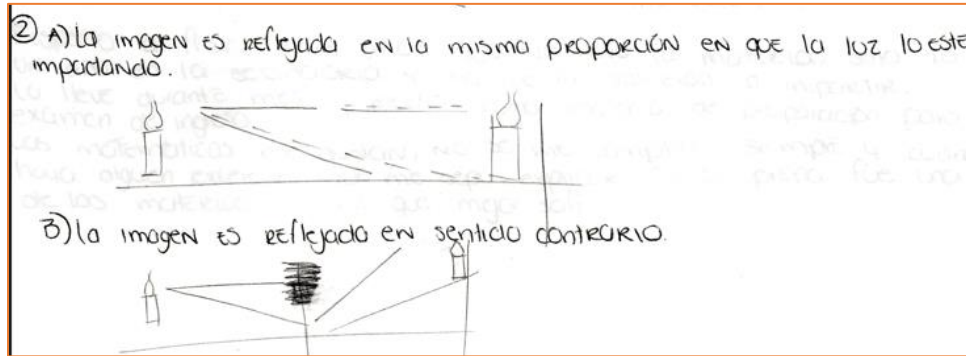
En la siguiente imagen se muestra una explicación en la que se abordan varios conceptos, como la reflexión, la absorción y la refracción:



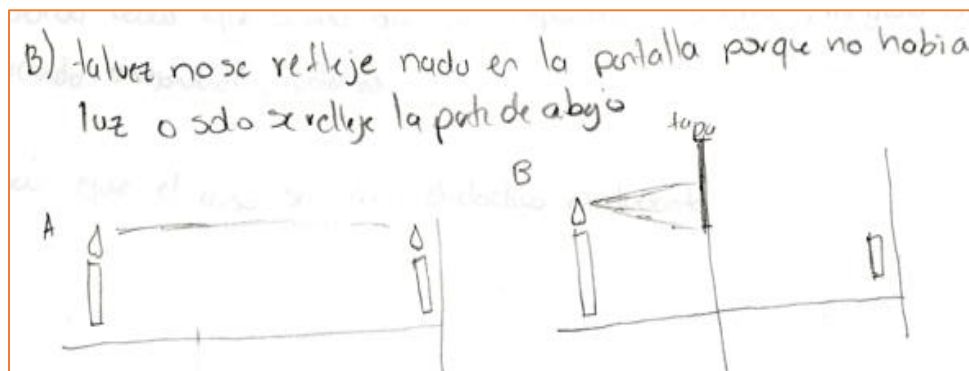
2. En relación con la trayectoria de los rayos de luz al momento de incidir en una superficie reflejante como un espejo, la mayoría de los estudiantes argumentaron que “dichos rayos rebotarían de forma contraria a donde se proyectaron en cualquier dirección”; sin embargo, no consideraron en su selección los ángulos. Al finalizar la intervención asocian el ángulo, así como una mejor descripción gráfica usando la teoría de propagación de rayos, ver siguientes imágenes y explicaciones respectivas:



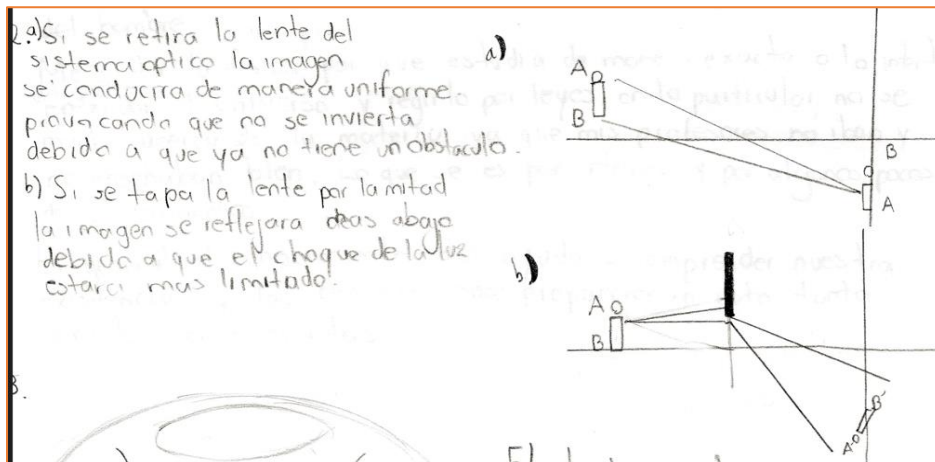
3. Cuando se usan los ángulos de incidencia y de reflexión en la prueba inicial, los alumnos no los diferencian, en la prueba de salida los estudiantes asociaron la representación a la formación de dos triángulos y usan la propiedad entre ángulos.



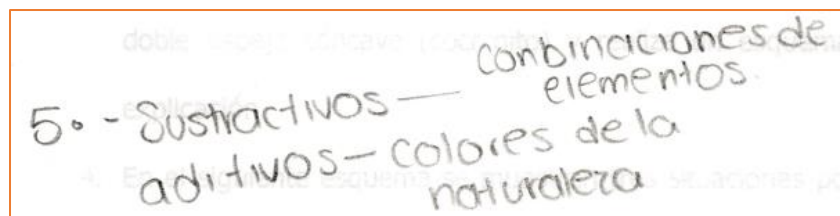
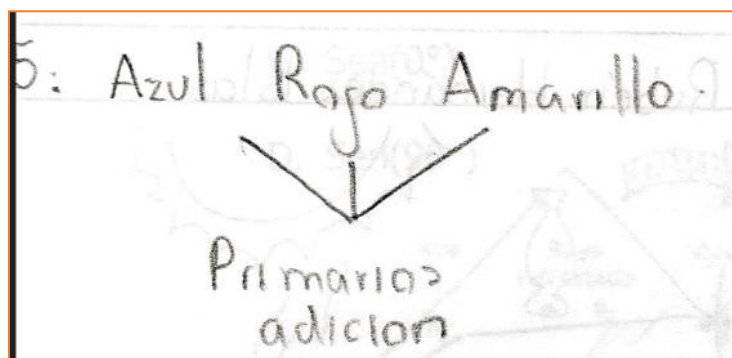
4. Cuando realizan la medida mínima de un espejo para que una persona se pueda ver completamente, los alumnos, en un inicio, no tienen idea de qué es la actividad y de cómo hacer las mediciones, simplemente seleccionaron al azar su respuesta. Se les dificulta asociar un modelo geométrico para interpretarlo, en la prueba de salida realizan las interpretaciones gráficas y describen características.



5. En la pregunta asociada a semejanza de triángulos en formación de imágenes con un lente, los alumnos dibujan muchas líneas sin llegar a formar una imagen o bien dibujan sólo dos líneas que salen de distintos puntos del objeto; sin embargo, en la prueba de salida, hacen uso de las herramientas geométricas: semejanza de triángulos y aplican la teoría de los tres rayos principales.

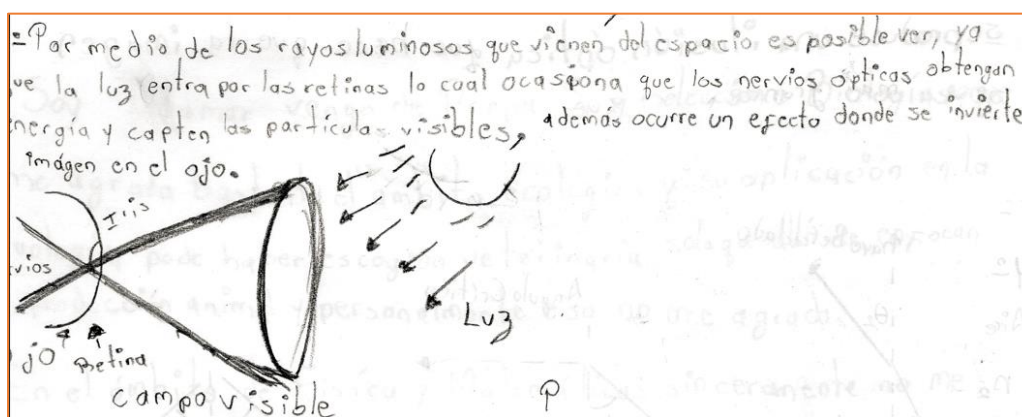


6. Cuando hacen la lista de los colores del arcoíris, de los colores primarios y secundarios, los enuncian de forma incompleta, en distinto orden, y los confunden con los colores de pigmentaciones (secundarios), al finalizar la aplicación reconocen la diferencia que existe entre los colores de la luz y los colores de pigmentos (“suma y resta de colores primarios después de la absorción”).



7. En la pregunta en la que se tapa una parte del lente, la mayoría de los alumnos responde que ya no se forma la imagen o que se forma la mitad, al finalizar hacen la interpretación geométrica y utilizan conceptos para la explicación.

8. Para la pregunta en la que expliquen cómo observamos los objetos, en su mayoría no asocia que el ojo también es una lente, y no usan el concepto de reflexión de la luz para explicarlo.



7. Reflexión final

De forma general, se puede evidenciar que los estudiantes tienen dificultades en relacionar los conceptos de geometría básica para solucionar situaciones-problema donde se requiere de estos conceptos. Se observan dificultades en torno a reconocer la trayectoria de los rayos de luz incidente y reflejado, determinar el punto donde se cortan sus prolongaciones, identificar la medida de los ángulos incidente y reflejado cuando se conoce uno de ellos, utilizar los conceptos de semejanza de triángulos para solucionar situaciones de reflexión de objetos, así como reconocer la trayectoria de los rayos de luz cuando existe un cambio de medio refractivo (sea de mayor a menor índice de refracción o viceversa).

Por otro lado, la actividad de resolver problemas ha sido considerada como un elemento importante en el desarrollo de las clases tradicionales y en la asociación de conceptos complejos con entes reales. Se plantea que la resolución

de problemas permite al alumno manipular los objetos matemáticos y reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje. En la medida en que los estudiantes van resolviendo problemas van ganando confianza en la asociación de los procedimientos matemáticos, van desarrollando una mente inquisitiva y perseverante, y van aumentando su capacidad de comunicarse matemáticamente. Acorde con lo anterior, implementar la resolución de problemas en el aula de clase permite el desarrollo de estrategias y habilidades asociadas a los conceptos matemáticos inmersos en la situación, sus relaciones, formas de representación, interpretaciones y generalizaciones acorde al contexto presentado. De esta forma, haciendo la interpretación de las respuestas de los cuestionarios de entrada y de salida (donde se incluye ya el aprendizaje obtenido con la componente teórica de resolución de problemas en el aula), se evidencia una zona de ganancia normalizada alta, obteniendo una **ganancia de Hake de 0.78**, dando indicio que los resultados obtenidos en la propuesta planteada (con un enfoque de inicio netamente empírico) han sido destacables con relación a los conceptos de reflexión, propagación de la luz, refracción, color, y lentes, desde un análisis común de situaciones cotidianas.

Además, con los resultados de un proyecto final, el cual consistió en la elaboración de un experimento de óptica realizado “de forma casera” con elementos a su alcance como el reproducir los pequeños experimentos vistos en clase, los alumnos fortalecen los conceptos vistos en clase, se los apropian al explicar el dispositivo experimental creado y usan el razonamiento matemático; se observa ahora un cambio en actitud y en la participación, ya que suelen tener la idea de que deben de gastar mucho dinero para realizar un proyecto en el que no están seguros del resultado. Sin embargo, al haberlos realizado con materiales comunes y de bajo costo, esto los motiva a innovar o buscar más materiales que les ayuden con sus proyectos. Así, con el uso de la Metodología de **Aprendizaje Activo** se comprobó la eficacia en la obtención de un aprendizaje significativo, esto promueve el desarrollo de las ideas individuales y grupales asociadas a los fenómenos ópticos de reflexión, refracción, y dispersión; y junto con el trabajo colaborativo en el desarrollo de las sesiones planteadas, se contrasta, al utilizar ejemplos de su vida

cotidiana, la mejora en comprensión y concepción de los fenómenos naturales abordados en la temática aquí aludida (se infiere que esto se extrapolara a otras áreas de la ciencia). Así, la selección de los materiales de bajo costo contribuye y motiva a los alumnos a que sean ellos mismos los que desarrollen las actividades, las comprendan y expliquen, para establecer una relación del fenómeno observado en otros contextos de su vida cotidiana, promoviendo así que sean ellos los constructores de su propio conocimiento, despertando su curiosidad, y despejando temores en cuanto a abordar temáticas aparentemente difíciles del área de la física.

Con las estrategias colocadas/seleccionadas abordé las actividades planteadas usando materiales al alcance de los alumnos, se discutió acerca de los posibles resultados y problemáticas, se realizaron las demostraciones pertinentes tanto experimentales como teóricas (semejanza de triángulos para llegar a la ecuación de lentes y espejos, trazo de rayos, etc.). La resolución de los ejercicios permitió afianzar algunos conceptos como la distancia al lente o espejo, formación de imágenes, así como tamaño de imágenes. Así, de esta experiencia contextualizada en un marco teórico y estructurado, puedo mencionar los siguientes aciertos y fallos a ser mejorados (ambos):

Aciertos:

- Conocer a un profesor MADEMS y observar (cómo alumno) el desarrollo de su clase.
- Interactuar con sus alumnos y ver los procesos que van teniendo en el proceso enseñanza-aprendizaje según la metodología empleada.
- Visualizar su problemática al trabajar en equipos, así como las diferencias que existen entre ellos, lo que en parte los llevan a no tener, en algunos casos, suficiente motivación.
- Cabe destacar la forma del profesor de llevar la clase, le permitía relajar el ambiente e incentivar la participación (activa).

- Conocer de primera mano las opiniones del profesor acerca de este primer acercamiento al desempeño docente, obtener sus recomendaciones y retroalimentación en mi desempeño docente.
- Recibir comentarios acerca de la forma de llevar a cabo las clases, tanto de los compañeros de Maestría, como de la profesora de la asignatura de Práctica Docente 1 y 2.

Fallos:

- Usar exclusivamente material que yo llevaba y no pedirles a ellos materiales mínimos con la intención de involucrarlos más en la clase (solucionado en cierta medida mediante el proyecto final).
- Mejorar la cronología y evolución de los temas expuestos (aunque esto en gran medida dependió del tiempo asignado a la práctica docente y temática abordada).

8. Conclusiones

En este apartado menciono las conclusiones de la autoevaluación y el análisis reflexivo sobre el quehacer docente durante la práctica docente efectuada:

- En el transcurso de las prácticas docentes se mejoraron aspectos que al principio de éstas eran consideradas debilidades como lo son: el diseño de materiales didácticos, la resolución adecuada de los imprevistos, fomentar el trabajo en equipo, tener una actitud flexible para adecuar las planeaciones al contexto (general y particular), incluir actividades que favorezcan la reflexión sobre que emociones presentan los alumnos durante las sesiones, así como fomentar la coevaluación y la autoevaluación sobre su desempeño, actitudes y valores.
- Para mejorar y/o fortalecer la práctica pedagógica, además de realizar una autocrítica con base en la teoría, es necesario conocer la opinión de los alumnos y colegas para tener un panorama más amplio sobre el actuar docente y

favorecer así la reflexión, en consecuencia, deconstruir conocimientos, pensamientos y por ende, actitudes en pro de mejorar el desempeño como docente. Para recabar tal información, los cuestionarios o entrevistas de opinión resultan ser eficaces.

- La reflexión sobre el desempeño docente debe realizarse de manera continua, debido a que mientras se ejerza la profesión, se construirán nuevos saberes al enfrentarse continuamente con nuevas situaciones particulares e imprevistas, como lo son: los cambios en el contexto social que influyen en la modificación curricular, la dinámica particular de cada grupo y el progreso continuo, tanto en el área de la Pedagogía como en el área disciplinar, lo cual implica la actualización constante. Por ende, la reflexión continua permite identificar los aspectos pedagógicos y/o las prácticas que se deben reforzar, adquirir o evitar, para mejorar el desempeño docente; de manera que, al trabajar en ello, se adquieran gradualmente las habilidades y actitudes necesarias para adaptarse a diferentes contextos y afrontar así, los retos constantes que se presentan en cada clase.
- Para realizar dicha reflexión es necesario mostrar una disposición abierta y favorable a la crítica, y aceptar la propia vulnerabilidad para poder realizar una autocrítica que se apegue, lo más posible, a la realidad (contextualizada para cada grupo particular, materia, y/o condición socioemocional). Esta autocrítica fortalecerá, indudablemente, la práctica docente y la hará avanzar positivamente, en lugar de realizar una idealización perpetuada de ésta.
- Basado en el análisis de la evaluación diagnóstica de entrada y salida, se considera que se cumplió satisfactoriamente tanto el objetivo general como el particular, ya que primeramente se atestiguó, como era de esperarse, la carencia generalizada de la mayoría de conceptos a tratar en las intervenciones didácticas; mientras que, después de la aplicación de las estrategias y secuencia didáctica diseñadas para favorecer el aprendizaje activo (mediante el trabajo colaborativo de los alumnos), se logró un aprendizaje significativo de los conceptos de Óptica. Esto se corrobora al obtener una zona de ganancia

normalizada alta (con factor de **Hake de 0.78**). Lo cual se considera positivo brinda la confianza requerida para la mejora continua.

- Fue claro que, a partir de los resultados de la evaluación diagnóstica obtenidos al final de la intervención didáctica, el aprendizaje de los contenidos conceptuales, procedimentales, y actitudinales mejoró de forma generalizada en el aula atendida, siendo notorio el cambio en actitud y la disposición a colaborar en el proceso enseñanza-aprendizaje por parte del alumnado de acuerdo a los incentivos que detonaron un aprendizaje activo.
- Con lo anterior, los alumnos lograron integrar los resultados experimentales de los fenómenos ópticos abordados al modelo de la luz (conceptos básicos al nivel correspondiente de óptica geométrica), y se mejoró la abstracción de dichos conceptos para ser asimilados cognitivamente, lográndose un aprendizaje significativo y, sobre todo, los alumnos disminuyeron temores a afrontar métodos “aparentemente complejos” en su proceso de aprendizaje, reflexionando sobre sus capacidades y obstáculos a afrontar durante dicho proceso.
- Por último, puedo decir que la MADEMS me sirvió para conocer más a fondo la labor docente e identificar, a través de las PD, mis debilidades, fortalezas, y, sobre todo, transformar esas debilidades a través de la experiencia y formación continua, trabajando las áreas de oportunidad y de desarrollo para la optimización gradual del proceso enseñanza-aprendizaje.

9. Bibliografía

Adúriz-Bravo, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Argentina: Fondo de Cultura Económica.

Alonso-Tapia, J. (2005). Motivación para el aprendizaje: La perspectiva de los alumnos. Ministerio de Educación y Ciencia. La orientación escolar en centros educativos. 209-242.

Álvarez-Goyou J. L., (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*, México: Paidós Educador.

Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, Structures and Student Motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84 (3), 261-271.

Anderson, L. W. y Krathwohl D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, Estados Unidos: Pearson Education.

Angeles A., (2015). *Motivación para el aprendizaje científico*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México.

Arandia, E., Zuza, K. y Guisasola, J. (2016). Actitudes y motivaciones de los estudiantes de ciencias en Bachillerato y Universidad hacia el aprendizaje de la Física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 558-573.

Ausubel D. P. (1976). *Psicología educativa*, México, Trillas.

Barrows HS, Tamblyn RM. (1980) *Problem-based learning an approach to medical education*. Nueva York: Springer Publishing Company.

Bartolucci, J. y Rodríguez, R. (1983). *El Colegio de Ciencias y Humanidades. Una experiencia de innovación universitaria*. México: ANUIES.

Beehler, A. (2009), Simple photoelectric effect. *The Spectrum*; Department of Physics and Astronomy; University of Utah, 1(1), 7.

Blancas, (2017). Enseñar ciencias en la educación obligatoria: ¿por qué, qué y cómo?. *Red. Revista de Evaluación para Docentes y Directivos*, Núm. 6, 80-87.

Breslow, L., (1999) New research to the importance of using active learning in the classroom, *TLL Library*, Vol XIII No. 1, Sept/Oct.

Bravo, M. (2007). Física y Creatividad experimentales. Paquete Didáctico Siladin para Física I y II. Ciudad de México: Dirección General del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Bruner, J. S. (1953). Hacia una teoría de la instrucción. México: UTEHA.

Casas y Ceñal. (2005) Desarrollo del adolescente. Aspectos físicos, psicológicos y sociales. *Pediatría integral* IX(1) 20-24.

CCH. (2018) Página oficial en línea del Colegio de Ciencias y Humanidades.

Ciencias Experimentales. (2018) Orientación y sentido de las áreas del plan de estudios actualizado, del Colegio de Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Claxton, G. (2001). Educar mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela. Madrid: Machado Libros.

Coll, C. (1996) Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología*, 69,153-178.

Cooper, J. (1999). Estrategias de enseñanza. Guía para una mejor instrucción. México: Limusa.

Delval, J. (2008). Los fines de la educación. España: Siglo XXI.

Delval, J. (2013), El aprendizaje y la enseñanza de las ciencias experimentales y sociales. México: Siglo XXI.

De Miguel, M. (2006). Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias, Alianza Editorial, Madrid.

Dewey, J. (1995). Democracia y Educación: una introducción a la filosofía de la educación, Madrid: Morata.

Díaz-Barriga, F. (2006). Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida, México, Mc Graw Hill.

Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2010). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. México Ed. McGraw-Hill.

Documento. Plan de estudios actualizado. Julio 1996 CCH.

memoria.cch.unam.mx/tmp/pdfarticulo/162/AntologiaTexto14b_1559232130.pdf

Dolmans, D., Snellen-Balendong, H. y van der Viuten, C. (1997). Seven principles of effective case design for a problem-based curriculum. *Medical Teacher*, 19(3), 185-189.

Doménech Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 31(3), 249-262.

Eduardo, J. y Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en enseñanza de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 29 (3), 371-380.

Eggen. P., Kauchak, D. (2009). Estrategias docentes. Enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento. México: Fondo de cultura Económica.

Flores, J., Caballero, M. y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111.

Flores Flores, Ana, sustentante (2013) Uso del enfoque cts para la enseñanza de la física en el área de las ciencias biológicas y de la salud

Franco, J. (2015). Ciencia y Tecnología: una mirada ciudadana. Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología, Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Freire, P. (2005). Pedagogía del oprimido. (2ª ed.). México: Siglo XXI.

Gil-Pérez, D., Furió C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., et. al. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? Enseñanza de las Ciencias, 17 (2), 311-320.

Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A., (2005) ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica en jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: OREALC/UNESCO.

Gil-Pérez y Vilches A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. Investigación en la Escuela, 43, 27-37.

Gutiérrez, J., De la Puente, G., Martínez, A. y Piña, E. (2012). Aprendizaje basado en problemas... un camino para aprender a aprender. México: Colegio de Ciencias y Humanidades.

Hake, R., Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses, Am. J. Phys., Vol. 66, 64-74 (1998).

Hake, R., Six lessons from the Physics Education Reform Effort, Lat. Am. J. Phys. Educ., Vol. 1, 24-31 (2007).

Hernández, G. (1998). Paradigmas en psicología de la Educación, México: Paidós.

Hernández, S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. M. (2010). Metodología de la investigación. (5ta ed.) México: McGraw Hill.

Hodson, D. (2013). La Educación en Ciencias como un llamado a la acción. Archivos de Ciencias de la Educación, 7 (7), 2-15.

INEE (2017). Dimensión Civilizatoria. Red. Revista de Evaluación para Docentes y Directivos. Publicación cuatrimestral. Núm. 6, enero-abril 2017, año 2. México.

Jiménez, E. y Segarra, P. (2002). Ideas de los profesores de física sobre la enseñanza de la solución de problemas en el bachillerato. Memorias del XX Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Centro Superior de Educación Universidad de la Laguna. Congreso en Islas Canarias, España, 164-172.

Luchetti, E. L. y Berlanda, O. (1998). El diagnóstico en el aula: conceptos, procedimientos, actitudes y dimensiones complementarias. Argentina: Magisterio del Rio de la Plata.

Martín, M. B. (2011a). Investigación cualitativa. En Cubo, D. S, Martín, M. B., Ramos, S. J. L (Ed.), Métodos de investigación y análisis de datos en ciencia sociales y de la salud (pp. 387-404). Madrid: Ediciones Pirámide.

Martín, M. B. (2011b). Técnicas e instrumentos de recogida de investigación. En Cubo, D. S, Martín, M. B., Ramos, S. J. L (Ed.). Métodos de investigación y análisis de datos en ciencia sociales y de la salud (pp. 173-229). Madrid: Ediciones Pirámide.

Martínez-Torregrosa, J. y Sifredo, C. (2005). ¿Cómo convertir los problemas de lápiz y papel en auténticos desafíos de interés?. En Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J.,

Sifredo, C., Valdés, P., y Vilches, A., (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica en jóvenes de 15 a 18 años. Santiago: OREALC/UNESCO.

Piaget (1970) Piaget's theory In P.H. Mussen (Ed) Carmichael's manual of child psychology. New York. Wiley 703-732

- Piaget J. (1991) seis estudios de psicología. Barcelona: Labor
- Posner, G. J. (2001). Análisis del currículo, (2ª ed.) Colombia: Mc Graw Hill.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2009). Aprender y enseñar ciencia, Morata, Sexta Edición, Madrid.
- Programa de estudio. (2016). Programas de estudio, área de ciencias experimentales, del Colegio de Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramos, S. J. L. (2011). Investigación evaluativa. En Cubo, D. S, Martín, M. B.,
- Reigosa, C. y Jiménez, M. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), 275-284.
- Robles, M. (2017). Enseñar ciencias. Red. Revista de Evaluación para Docentes y Directivos, Núm. 6, 74-78.
- Romanos, I. (2014). Errores conceptuales en física en alumnos de E.S.O. y Bachillerato. Propuestas de resolución. Tesis de maestría. Universidad Pública de Navarra.
- Salinas, J. (2016) Informe de Gestión Directiva 2016 de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Ciudad de México: Colegio de Ciencias y Humanidades.
- Serrano, J.M. y Pons, R.M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. Revista Electrónica de Investigación Educativa. 13(1).
- Sokkoloff D., (2006) ALOP Manual, 1a Ed. Paris. Unesco.
- Truyol M. E. y Gangoso Z. (2010). La selección de diferentes tipos de problemas de física como herramienta para orientar procesos cognitivos. Investigações em Ensino de Ciências, 15(3), 463-484.

UNESCO. (2000). Contacto. Boletín Internacional de la UNESCO de Educación Científica, Tecnológica y Ambiental, XXV, (3-4).

Venturelli J. (2003). Educación médica: Nuevos enfoques, metas y métodos. Canadá: Organización Mundial de la salud.

Vigotsky, L. S. (1979/2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores, Barcelona: Crítica.

Vilches, A. y Gil-Pérez, D., (2016). La Ciencia de la Sostenibilidad: una necesaria revolución científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, 22(1), 1-6.

Villalobos Violeta, et al (2016). Aprendizaje basado en problemas en química y el pensamiento crítico en secundaria. *Revista Mexicana de la Investigación Educativa*, 21, 557-581.

White, H. E. (1962). Física moderna. Barcelona: Montaner y Simon, S.A.

Windschitl, M., Thompson, J. y Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific Method: Model Base Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*: 92: 941-967.

Woolfolk, A. (2010). Psicología educativa (11^a ed.). México: Pearson Educación.