

Enseñanza de plasmas físicos en el nivel medio superior



Fidel Benjamín Alarcón Hernández¹, María del Pilar Segarra Alberú²,
Jorge Barojas Weber²

¹Instituto Profesional de la Región Oriente, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Cuernavaca, Morelos, México.

²Departamento de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México,
México D. F.

E-mail: honorato@unam.mx

(Recibido el 18 de Enero de 2014; aceptado el 10 de Junio de 2014)

Resumen

Se presenta una experiencia didáctica sobre el tema de plasmas físicos realizada con dos diferentes grupos de alumnos del Nivel Medio Superior del sistema de la UNAM. Un grupo con estudiantes de cuarto año de la Escuela Nacional Preparatoria del plantel # 8 Miguel E. Schulz, y el otro con estudiantes de sexto semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH-Sur); ambos del turno matutino. La experiencia consistió en la ejecución de una secuencia didáctica presentada como un plan de clase, en la cual se conjugan el trabajo en equipos, la realización de experimentos y la discusión de ideas; todo bajo el esquema del modelo didáctico "Enseñar para la Comprensión. Los resultados obtenidos al final de la aplicación de la propuesta muestran aspectos positivos en cuanto a lo procedimental, lo conceptual y lo actitudinal, aún cuando el tema presentado (plasmas físicos) es totalmente nuevo en este nivel.

Palabras clave: Plasmas físicos, Enseñanza para la Comprensión.

Abstract

We present a didactic experience on the subject of physical plasmas developed with two different groups of high school students from UNAM. A group with fourth grade students of the National Preparatory School campus # 8 Miguel E. Schulz, and the other group with students in the sixth semester of the College of Sciences and Humanities (CCH South), both in the morning shift. The experiment consisted in the implementation of a teaching sequence presented as a lesson plan, in which we combine teamwork, performing experiments and discussion of ideas; all directed by the scheme of the didactic model "Teaching for Understanding. The results obtained at the end of the implementation of the proposal show that procedural, conceptual and attitudinal aspects evolve in a positive way, even when the topic presented (physical plasmas) is totally new in this level.

Keywords: Physical plasmas, Teaching for Understanding.

PACS: 01.40.-d, 01.40.gb, 52.50.b

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Cada vez son más las nuevas tecnologías y por lo tanto también más los contenidos académicos que dan explicación a la forma de operación de los aparatos con estas tecnologías los cuáles no son revisados en los diferentes colegios del país. Tratar de hacerlo implica un gran trabajo; en principio sería replantear los contenidos curriculares de alguna manera, o la forma en la cual se abordan los diferentes temas de los planes de estudio. Hacer lo anterior es necesario; pues se entiende que la educación y en particular la educación científica, es uno de los caminos que contribuyen de manera importante en los procesos de mejoramiento de las personas y, por lo tanto de las sociedades.

Las transformaciones de los últimos años que tienden a reformar y fortalecer los planes y programas de estudio en diversos países y en particular en México, muestran que el

ámbito educativo está buscando con estos cambios promover el desarrollo de los estudiantes para dotarlos de las herramientas y los conocimientos, así como de las habilidades y valores que los eduquen para "aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a vivir juntos y aprender a ser", los cuales se considera deben ser los ejes rectores que ordenen el proceso formativo durante la vida¹, de tal forma que sea posible la conformación de sociedades más justas, conscientes, y participativas.

Algunos estudios [1] señalan que la ciencia tal como se enseña actualmente, no resulta atractiva para los jóvenes.

En México, la situación general respecto de la educación en ciencias en el nivel medio superior es un tema preocupante, pues los resultados obtenidos en las diferentes

¹ Cuatro pilares de la educación según la UNESCO (1991).

pruebas que evalúan las competencias necesarias para la vida actual en lectura, matemáticas y ciencias, no son los deseados; se observa que los estudiantes (alrededor del 50%), no están siendo preparados para una vida productiva y eficiente en la sociedad actual [2].

Nuestro país tiene muy pocos estudiantes en los niveles más altos (menos de 1%), lo que significa que los alumnos de mejores resultados no están obteniendo las competencias que se requieren para desarrollar puestos de alto nivel en los diversos ámbitos de la sociedad [3].

De acuerdo con la prueba ENLACE 2012 [4], en lo que se refiere a habilidades matemáticas un gran porcentaje de los estudiantes se encuentran con un nivel de dominio insuficiente o elemental. En consecuencia las ciencias (en particular la física) no pueden estar mejor, pues existe entre ambas una interrelación temática y de desarrollo. Que suceda así, puede deberse a que generalmente los estudiantes en el nivel medio superior perciben la educación escolar como algo ajeno a su vida, lo aprecian como dos mundos diferentes. Por un lado están las creencias y concepciones acerca de los fenómenos que observan en su contexto, y por otro lado están las clases de ciencias que reciben en los colegios, donde se supone se estudia a la naturaleza en donde viven y los sucesos que ellos perciben.

Es necesario pensar y posiblemente replantear la manera de enseñar física para poder presentar una alternativa diferente, en la que el conocimiento escolarizado no esté descontextualizado, que no sea poco útil o poco motivante, que no esté centrada en contenidos declarativos y principalmente, que no haya una desconexión entre la teoría y la práctica [5].

“Desde hace tiempo, se ha visto la necesidad de incorporar a la enseñanza de las ciencias el estudio de los problemas y necesidades de la sociedad, a fin de que la escuela forme personas preparadas científicamente y tecnológicamente, que sean capaces de responder a las demandas de un mundo cada vez más tecnificado”.

La educación en las muchas etapas de la formación de un estudiante tiene propósitos diferentes, y en particular el nivel medio superior se puede considerar como una oportunidad para terminar de mejorar, los saberes fundamentales y de cultura general que un individuo debería manejar. En este punto, la educación científica es una de las vertientes imprescindibles que contribuyen con el entendimiento y cuidado de todo lo que se es, se hace o se piensa.

Si lo que se busca es formar ciudadanos capaces de solventar dificultades, habitantes consientes y sabedores de las complicadas situaciones que se aproximan; es necesario reconsiderar la dirección y meta a la cual se quiere llegar con la educación escolar. Si lo que se necesita es la transferencia de los conocimientos adquiridos en las aulas a situaciones reales que requieren de la aplicación de lo aprendido, es necesario afrontar y vivir tal escenario. Tal contexto, puede suceder e iniciar en las aulas y laboratorios [6], como lo muestra la secuencia didáctica aquí analizada.

En particular, el avance tecnológico ha evolucionado de manera muy rápida en las últimas décadas, lo que se puede

observar en nuestra forma de vida. Tenemos como ejemplos cotidianos el uso de teléfonos celulares, los ipod, los iphone, las televisiones de plasma, las calculadoras solares, la comunicación por fibra óptica, los localizadores y muchas cosas más. De entrada conocemos y podemos utilizar estos aparatos, sin embargo ignoramos los principios físicos de su manera de funcionar.

El contenido y estructura de la propuesta se planteó como una secuencia didáctica que se exhibe como un plan de clase, la cual se rige por la interacción de los alumnos y dispositivos experimentales con características de plasmas físicos, la discusión, el análisis, la respuesta de cuestionarios, la retroalimentación y la metacognición constante; todo mediante el trabajo en equipos.

El contenido, es para el profesor y busca brindarle una propuesta práctica y clara para presentar el tema de estudio. La manera en la que se despliegan las actividades, los cuestionarios y los experimentos, están pensados para favorecer el aprendizaje significativo y la constante interacción entre alumnos y profesor².

Dado que el tema de plasmas no está considerado en ningún plan de estudios del Nivel Medio Superior del país, y que su inclusión es por lo tanto totalmente nueva dentro del sistema; la propuesta se construyó a partir de casos cotidianos. En los que si bien no se consideran aspectos matemáticos, sí se resaltan los aspectos físicos y cualitativos de los plasmas, logrando así retomar directa o indirectamente varios de los temas de un curso intermedio de física.

II. SOBRE LA PROPUESTA

En el nivel medio superior en México, de acuerdo con diferentes programas de estudio³ se pretende una enseñanza que permita al estudiante modificar sus estructuras de pensamiento, mejorar sus procesos intelectuales y adquirir nuevos conocimientos útiles y actualizados del área en cuestión.

El último proceso de revisión de 1996 de los programas de estudio en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), permitió que el nivel medio superior de la UNAM se actualizara significativamente. Por otra parte, aunque en algunos otros bachilleratos buscando complementar los conocimientos en ciencia se imparten de manera optativa las asignaturas de Física III y IV, el papel que cumplen es principalmente propedéutico y/o de profundización de temas ya vistos, lo cual no da espacio a que se puedan presentar temas relativamente nuevos o relevantes tecnológicamente hablando.

² Quien esté interesado en conocer o leer la propuesta, puede solicitarla a la dirección electrónica: honorato@unam.mx

³<http://www.cch.unam.mx/programasestudio/>,

<http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/>,

<http://www.bachilleratosead.net/sitio/html/planh02.html>,

<http://www.cbti65.edu.mx/planes.html>,

http://www.dgeti.sep.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=263&Itemid=665.

Particularmente, el contenido de plasmas no aparece explícitamente en los temarios de física de los diferentes bachilleratos de nuestro país, y en general no aparece en los temarios de física de los colegios de nivel medio superior de la UNAM⁴, sin embargo puede ser considerado para desarrollar el tema de plasmas físicos para nivel medio superior, fue básicamente por tres causas principales:

- Está ausente en la mayoría de los programas de estudio del país de nivel medio superior. No se considera aunque los alumnos preguntan sobre él desde la secundaria.
- Es generalmente desconocido por los estudiantes de nivel medio superior, así como por la mayoría de personas adultas.
- Se buscó trabajar en algo relativamente no muy tratado en México en este nivel⁵, pero que está presente en la tecnología utilizada diariamente.

El tema es interesante y en nuestro país novedoso, pero además permite presentar a los estudiantes y recordar a los profesores, que la física en principio, es una ciencia de carácter experimental, que está relacionada con el mundo en que vivimos y que no es algo puramente abstracto y sin relación con la naturaleza [7].

La enseñanza del tema permite entender y conocer aplicaciones tecnológicas cada vez más cotidianas y variadas, y en general ayuda a una más detallada descripción cualitativa del universo en que vivimos (el 99% del universo es un plasma) [8]. Un conocimiento básico de este tema es fundamental para el enriquecimiento de la cultura general de las personas.

III. MARCO TEÓRICO

La reflexión sobre las propuestas de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales y los resultados académicos de aprovechamiento obtenidos en cada una de ellas, induce a buscar un modelo coherente entre la teoría, la práctica y el ambiente de trabajo, que optimice y asuma los aspectos de planificación y desarrollo, y sea consecuente al mismo tiempo con la forma de aprender de quienes van a construir el nuevo conocimiento. Hoy en día, existen varias propuestas que consideran diferentes modelos didácticos, cuyas características son particulares y responden a diferentes planteamientos. Se tiene el modelo didáctico tradicional, el didáctico tecnológico, el didáctico alternativo, el comunicativo-interactivo, el activo situado, el colaborativo, el de enseñar para la comprensión y varios más.

En esta propuesta, se considera la implementación y el desarrollo del modelo didáctico de perfil constructivista: Enseñar para la Comprensión [9, 10], con el cual se busca contribuir al logro de aprendizajes significativos en los alumnos que estudien alguno de los temas de física como puede ser el tema de “plasmas”. Se eligió el modelo de Enseñar para la Comprensión por su estructura y finalidad, pues considera el comprender, promueve el aprendizaje, el pensamiento y la creatividad. Da oportunidades para rehacer el trabajo una y otra vez y la evaluación de lo aprendido es constante y hecha por el mismo estudiante y sus compañeros.

El modelo didáctico “Enseñar para la Comprensión”, consta de cinco elementos que se respaldan en la corriente filosófica llamada “Aprender Haciendo” [11]: Hilos conductores, tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión, y evaluación diagnóstica continua⁶. De forma general, establece el modo en el cual se aprende de manera factible, ordenada y sistemática.

Un grupo de investigadores colaboradores del proyecto conocido como “*Projet Zero*” de la Universidad de Harvard, desarrolló el marco conceptual de “Enseñanza para la Comprensión” (EpC). El trabajo fue el resultado de un proyecto de colaboración directa entre investigadores y docentes que tomó bases teóricas desarrolladas por investigadores del mismo *Project Zero* como: David Perkins, Howard Gardner, Vito Perrone, S. J Bruner, R. F. Elmore, y M. W. McLaughlin [9].

“El aprendizaje para la comprensión se produce por medio de un compromiso reflexivo con desempeños de comprensión que se presenta como un desafío. Estos desempeños siempre se producen a partir de comprensiones previas y de la nueva información ofrecida por el entorno institucional. Aprender para la comprensión exige una cadena de desempeños de comprensión, de variedad y complejidad creciente; es pensar y actuar a partir de los conocimientos previos que el individuo tiene y de la nueva información y experiencias propuestas por el contexto institucional y social.”

No se comprende solo cuando se escucha a otro o al informarse, aunque estas acciones puedan resultar útiles en distintos momentos del proceso de comprensión; siempre la comprensión de un tema implica la elaboración de acciones de *comprensión*, es decir; la parte central del aprendizaje para la comprensión debe ser la realización de dichas acciones [12].

La Enseñanza para la Comprensión considera de principio que los estudiantes siempre tienen alguna idea sobre aquello que se desea que comprendan, aunque tales ideas intuitivas sean preconceptos que los estudiantes poseen de su entorno y de la manera que éste funciona [13].

⁴ Programas de Estudio de Física I a IV, Área de Ciencias Experimentales, Colegio de Ciencias y Humanidades; Universidad Nacional Autónoma de México. Programas de Estudio de Física I a IV, Área I, Escuela Nacional Preparatoria; Universidad Nacional Autónoma de México.

⁵ La mayoría de los libros de texto de física sugerido como bibliografía básica en los programas de estudio y utilizado por los diferentes colegios de nivel medio superior en nuestro país, no tratan el tema de plasmas físicos; algunos ni siquiera lo mencionan.

Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 8, No. 2, June 2014

⁶ La evaluación diagnóstica continua, se refiere a la consideración y comparación del estatus inicial de conocimientos, actitudes o cualquier elemento a evaluar de un alumno, con respecto al que tenga en un momento determinado en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Tal comparación se debe llevar a cabo durante toda la actividad y busca colocar al individuo en su zona de desarrollo próximo.

La enseñanza para la comprensión por su estructura, se considera un *enfoque constructivista* [14], que comparte con otros enfoques la idea con respecto a la construcción de los conceptos que internaliza quien aprende, pero su aporte particular consiste en *conceptualizar los desempeños* que permiten tal construcción.

La enseñanza para la comprensión (EpC) tiene como herramienta básica el compromiso con la metacognición [15, 16], es decir, el proceso de pensar sobre la propia comprensión que se produce a través de un acto reflexivo e intencional. Responde fundamentalmente a tres preguntas:

1. ¿Qué es lo que realmente se quiere que los alumnos comprendan?
2. ¿Cómo se sabe que los alumnos comprenden?
3. ¿Cómo saben ellos que comprenden?

La primera pregunta se resuelve a través de tres elementos fundamentales de la propuesta: *hilos conductores, tópicos generativos y metas de comprensión*. Las dos últimas interrogantes dan lugar a los otros elementos de la propuesta: *desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua*.

En particular para la propuesta planteada, se hace una descripción detallada de cada uno de estos elementos en la sección llamada implementación.

IV. METODOLOGÍA

El desarrollo de esta propuesta se llevó a cabo en dos etapas: la etapa de instrumentación y la de implementación.

La selección del material a considerar fue modificado paulatinamente hasta quedar en lo aplicado a los estudiantes de cuarto año de la Escuela Nacional Preparatoria del plantel # 8 Miguel E. Schulz del turno matutino; así como con los estudiantes de sexto semestre del turno matutino del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH-Sur).

Tras la interacción con ambas poblaciones de estudiantes y el trabajo con la secuencia didáctica, la planeación de la presentación del tema de plasmas se proyectó finalmente para un total de seis sesiones de 50 minutos de clase presencial; más cuatro adicionales para resolver tareas y cuestionarios en casa.

A. Instrumentación

La instrumentación de la propuesta se llevó a cabo considerando entre otros, los siguientes elementos: *Estilos de aprendizaje de los alumnos, trabajo en equipo y conocimientos previos sobre electromagnetismo*. Lo cual definió la manera de trabajar con los diferentes grupos.

Por otra parte, la cantidad de material considerado referente al contenido de plasmas dentro de la secuencia didáctica, se determinó con base a que el tema es relativamente desconocido por los estudiantes de nivel medio superior, así como por la mayoría de personas adultas. Es decir, se consideró necesario presentar como primer paso *una introducción al conocimiento de los plasmas desde una perspectiva cualitativa*, y hacerlo de una manera que permita a los estudiantes y recuerde a los

profesores que la física en principio *es una ciencia de carácter experimental*, que está relacionada con el mundo en que vivimos y que no es algo puramente abstracto y sin relación con la naturaleza; además, que un conocimiento básico de este tema es fundamental para la cultura general de las personas.

Básicamente, el contenido considerado es el siguiente:

- Importancia del concepto de plasma y lugares en el universo en donde hay plasmas.
- Descripción de los aspectos físicos básicos de los plasmas.
- Discusión y análisis de los efectos físicos relevantes en los plasmas.
- Entendimiento de la generación de los plasmas desde el punto de vista físico.
- Diferentes tipos de plasmas.
- Conocimiento y comparación de las diferentes aplicaciones tecnológicas.

A1. Estilos de Aprendizaje

Con el fin de optimizar desde un punto de vista pedagógico la planeación y diseño de la secuencia didáctica; se aplicó a los estudiantes el test de *Estilos de Aprendizaje*, de Honey-Alonso. Dicho test es anónimo [17, 18]. Este test, permite conocer la manera predominante de aprender de los estudiantes con los que se trabaja, y define y/o determina con un sustento más, la planeación de los diversos elementos de la secuencia didáctica.

De acuerdo con el test, las personas pueden ser asociadas con algún estilo según la siguiente descripción: estilo activo, estilo reflexivo, estilo teórico y estilo pragmático.

A1.1. Resultados del cuestionario CHAEA

(Cuestionario Honey-Alonso sobre Estilos de Aprendizaje) Los resultados del test aplicado permiten al docente definir cuál es la manera predominante de aprender de los alumnos de cada grupo. Así como de entender mejor los comportamientos, las actitudes y las respuestas que cada alumno puede dar a las actividades realizadas, logrando con ello una mejor evaluación.

Es importante notar que con la aplicación de este test se determina normalmente el estilo *predominante* de aprender de cada individuo, lo que no descarta la presencia en menor o igual porcentaje de los demás estilos.

En particular, la población de estudiantes con la que se trabajó tuvo un estilo de aprendizaje predominantemente reflexivo. En el caso del CCH-Sur, el estilo reflexivo y el pragmático tuvieron un mismo porcentaje, seguido por el teórico, y con menor presencia el activo. Para la ENP el estilo activo ocupó el segundo lugar, seguido por el práctico y al final el teórico.

Lo anterior muestra claramente la presencia de todos los estilos de aprendizaje, lo que indica que una planeación adecuada debería considerar variedad en las actividades a realizar.

A2. Trabajo en equipo

Los grupos se dividieron en equipos de cuatro integrantes por dos razones principales. La primera es referente a la cantidad de equipos experimentales disponibles para trabajar, y la segunda tiene que ver con el control general.

El número de dispositivos experimentales disponibles para llevar a cabo la clase era limitado, lo cual obligó a organizar el material como lo muestra la secuencia didáctica definitiva.

Sobre el control de grupo, se sabe que tener equipos permite dar instrucciones particulares y tener más atención de cada uno de los alumnos, estimula la participación activa y se logra observar con mayor claridad el comportamiento y actitud personal de cada estudiante. Además, ayuda a producir conocimiento desde el principio mediante la interacción entre pares y estimula el desarrollo del pensamiento reflexivo, la comunicación y socialización del pensamiento, la formulación de juicios, la distinción de valores y la apreciación de la opinión del otro. Así mismo, para aquellos alumnos que presentan problemas de aprendizaje y que en un contexto de clase tradicional corren el riesgo de salir mal; con esta metodología (trabajo en equipos), se les facilita la creación de estructuras que favorecen el desarrollo cognitivo. Formar parte de un grupo les permite superar sus propias deficiencias e inseguridades así como mejorar sus posibilidades de cara al futuro, pues el trabajo grupal *"tiene efectos que podrían considerarse terapéuticos sobre los alumnos que han desarrollado un patrón motivacional de miedo al fracaso"* [19].

Considerando lo anterior, se permitió que los equipos fueran formados por los alumnos según criterios propios.

A3. Conocimientos previos sobre electromagnetismo

Para determinar cuánto saben los estudiantes sobre los conocimientos básicos necesarios para entender la física desde un punto de vista *cuantitativo* del tema de plasma, se aplicó un cuestionario de preguntas abiertas. A los alumnos que no tenían los conceptos claros, se les recordó la definición y el significado *cuantitativo* mediante un análisis de las respuestas dadas, contestando en grupo y guiados por el profesor.

El cuestionario tenía como objetivos lograr que el alumno recuerde, escriba y asocie conceptos previos de física que están relacionados con el tema de plasmas, así como, que participe en un análisis dentro del salón de clase sobre los temas de estudio. Por otro lado, el objetivo operativo de la aplicación de tal cuestionario, era el de determinar el nivel conceptual y epistemológico del cual partir en el estudio del tema de plasmas.

A3.1. Resultados del Cuestionario Diagnóstico

- La mayoría de los alumnos conocen la definición de campo eléctrico y magnético pero no les queda clara la idea conceptual.

- Entienden lo que es un ion y pueden explicar cuál es su característica principal, sin embargo no distinguen claramente entre la ionización y la excitación.
- Muchos alumnos desconocen o no les es posible mencionar las propiedades físicas de la luz. Tampoco conocen la manera de generar ondas electromagnéticas.
- Los alumnos pueden decir que es un imán y cuáles son sus características, pero utilizan el concepto de metal indistintamente. Expresan que los imanes pueden atraer a cualquier *metal*.
- El concepto de vacío de *materia* es adecuadamente manejado.
- Más del 90% de los alumnos no manejan el concepto de potencial eléctrico. Tampoco el de diferencia de potencial.
- El modelo atómico de Bohr es bien conocido.

De la información obtenida mediante el cuestionario diagnóstico, se desprende que era necesario llevar a cabo una revisión de algunos de los conceptos examinados para poder seguir adelante en la aplicación de la secuencia didáctica de plasmas. Se trabajó con todos los conceptos, pero en particular se hizo con el concepto de excitación y su diferencia con la ionización. Así mismo, se aclaró la manera en la que se pueden generar ondas electromagnéticas y cuáles son sus principales características. Finalmente se explicó lo que es el potencial y su diferencia y se aclaró experimentalmente que los imanes no atraen a todos los metales.

B. Implementación

Se describe la forma en la cual se llevó a cabo la implementación final de la secuencia didáctica propuesta.

Dado que el modelo didáctico EpC observa cierta estructura para su aplicación, se detalla a continuación cada uno de los componentes y su respectivo elemento de aplicación utilizado en la secuencia didáctica.

Los *hilos conductores* elegidos son cuatro y se presentan a manera de preguntas:

- ¿Qué es un plasma físico y cuáles son sus características?
- ¿Cómo se puede generar un plasma?
- ¿Existen los plasmas en el universo?
- ¿Se utilizan los plasmas en el hogar? ¿Y en la tecnología?

El *tópico generativo* es el tema principal: los plasmas físicos.

Las *metas de comprensión* que deben ser alcanzadas por los alumnos son varias (13); están ordenadas por clase (primera, segunda y tercer clase) y se pueden observar en la secuencia didáctica. Van desde recordar y relacionar conceptos, hasta explicar fenómenos naturales y tecnología utilizada que se relacionen con el tema de estudio.

Durante el desarrollo de la propuesta y por sesión, se presentan de forma estratégica las *actividades de enseñanza* seguidas por el profesor, así como las *actividades de aprendizaje* efectuadas por los estudiantes, y en las cuáles se describen los *desempeños de comprensión* que los

alumnos deben realizar para demostrar y construir el entendimiento de las Metas de Comprensión.

Sobre las actividades de aprendizaje son variadas, van desde trabajar con dispositivos experimentales y responder cuestionarios, hasta escribir un ensayo. Las preguntas que constituyen a los cuestionarios son de diferentes tipos, hay de tipo conceptual, en estas los alumnos describen y tratan de explicar la idea relativa a algún concepto; también las hay de aplicación de ideas y de demostración de lo comprendido. Para las segundas, el intervalo de respuestas posibles es muy amplio y puede ser enfocado de diferentes maneras por cada estudiante, por lo que no hay una sola respuesta determinada y queda a criterio del profesor los comentarios posibles. Sobre las últimas, referente a la demostración de lo comprendido, se da la respuesta esperada a las preguntas planteadas en los cuestionarios de cada una de las actividades sugeridas. Tal respuesta se presenta en los anexos correspondientes de la secuencia didáctica.

En cada uno de ellos se describe de manera detallada los siguientes puntos para cada experimento propuesto:

1. Teoría del experimento.
2. Descripción del experimento propuesto.
3. Respuestas del cuestionario sugerido.
4. Bibliografía.

Es importante comentar que la teoría necesaria para responder los cuestionarios, exponer adecuadamente el contenido presente y guiar a los estudiantes durante el avance de la secuencia didáctica, se encuentra en los libros de texto y artículos de divulgación sugeridos [8, 20, 21, 22].

Dado que la secuencia tiene un enfoque apoyado en el *aprender haciendo*, la evaluación del aprendizaje se basa en criterios que son públicos y se conectan visiblemente con las Metas de Comprensión, es formal e informal y se observa al realizar los Desempeños de Comprensión. Cuenta con diferentes fuentes de retroalimentación (docentes, pares, el estudiante mismo) y algo muy importante; muestra el progreso y ofrece información para una futura planeación, logrando así ser una *evaluación diagnóstica continua*.

IV. RESULTADOS

Dado el tamaño de la muestra y el tiempo de aplicación de la propuesta, los resultados obtenidos son cualitativos y cuando más se pudieron observar tendencias generales de la mayoría y en algunos casos porcentajes de participación. Se analizan en función de cuatro diferentes puntos: Enseñanza para la Comprensión, Estilos de Aprendizaje, Trabajo en equipos y Avance conceptual.

A. Enseñanza para la Comprensión

Sobre el aspecto psicopedagógico y didáctico; el modelo Enseñanza para la Comprensión permite motivar a los estudiantes y acompañarlos en el proceso de educación, conocer la ubicación en la cual se encuentran respecto de su avance y aprovechamiento, da las herramientas necesarias

para establecer la planeación de lo que los alumnos deben realizar para lograr alcanzar las metas de comprensión y se consigue la formación integral de los estudiantes, pues en cada actividad se busca esté presente la metacognición. Considera la inclusión de los tres diferentes tipos de contenidos; el actitudinal, el declarativo y el procedimental de manera natural y promueve la investigación.

Este modelo por su estructura ayuda al profesor a tener mayor dominio de la materia en el salón y a tomar en cuenta entre otras cosas, las transformaciones en la disciplina, el conocimiento en su dimensión cultural y tecnológica, y el manejo de extensiones éticas como los valores y la actitud.

El modelo es muy flexible, y por lo tanto no necesariamente se deben de encasillar las cosas y seguir un desarrollo lineal de cada uno de sus componentes. Puede ser adaptado, y por lo mismo considerado en cualquier área de la enseñanza, pues da margen a trabajar con él de manera abierta y sistemática.

Desde el punto de vista disciplinario, el modelo permite a los estudiantes comprender, aprender y retener de manera significativa los conceptos básicos tratados, así como reconsiderar sus ideas previas y analizarlas a la luz de la experimentación en el trabajo con sus pares, logrando con ello una constante retroalimentación y crecimiento académico y personal.

Finalmente, desde la perspectiva socio-educativa, se logra que los alumnos tengan la habilidad de apoyar al conocimiento y de construirlo, en lugar de solo memorizar datos, procedimientos y fórmulas. Ayuda a que den sentido a lo observado, a que comprendan las relaciones que existen entre los experimentos y los conceptos; que razonen reflexivamente para poder determinar analogías, y a obtener conclusiones generales de situaciones en otros contextos, todo ello a partir de ideas y actitudes específicas aprendidas en las aulas.

Así mismo, es importante destacar que el trabajo en equipos, frente a grupo y de un tema que casi nadie conocía; permitió en los estudiantes la relativa libertad de expresión de ideas, generando en ellos el desarrollo de una actitud crítica, de responsabilidad y principalmente de compromiso.

B. Estilos de aprendizaje

Es importante comentar que los grupos con los que se trabajó, de acuerdo con el cuestionario CHAEA tenían una inclinación hacia el estilo de aprendizaje reflexivo, aunque también se observa que no solamente tienen uno, sino que están presentes los demás; lo que permitió que las diferentes actividades realizadas durante el desarrollo de la secuencia fueran bien aprovechadas, productivas e interesantes.

En general, en las clases se tienen alumnos con diferentes formas de aprender y aunque en este caso predomina el estilo reflexivo, lo cual sirve como un punto de referencia; siempre es importante considerar una propuesta que involucre una multitud variada de actividades

C. Trabajo en equipos y realización de experimentos

de enseñanza así como de aprendizaje, tratando de lograr que las clases sean interactivas y benéficas para todos.

Durante la aplicación de esta propuesta se notó claramente la diferencia de los distintos estilos de aprendizaje de los alumnos, los cuales, definieron la manera en la que impactó y funcionó en ellos la aplicación de esta propuesta. Hubo alumnos que estuvieron aparentemente muy cómodos y participativos durante la realización de los experimentos, y no tanto cuando tenían que ser espectadores; hubo otros que se desarrollaron muy bien cuando hicieron las presentaciones de los resultados encontrados, pero no participaban mucho en la realización de los experimentos. También se observó a algunos alumnos que no participaban mucho en la realización de experimentos y tampoco en las presentaciones públicas de resultados, pero comentaban discretamente sus observaciones con algunos compañeros para que ellos las dijeran al grupo o indicaban que era lo que se podía hacer para observar algún fenómeno de su interés. Se notó también, a algunos alumnos que buscaban hacer todas y cada una de las actividades y querían estar siempre supervisando lo que los demás hacían.

Dado que la respuesta a la aplicación de los cuestionarios que permite determinar los distintos estilos de aprendizaje fue anónima, no se pudo contrastar y confirmar qué alumno tiene qué comportamiento según su estilo de aprendizaje. Sin embargo se notó (por grupo) que prevalecía un estilo de aprendizaje determinado (el reflexivo), lo cual se manifestó al observar las respuestas dadas a los cuestionarios.

De las preguntas planteadas en cada uno de ellos, algunas se resuelven dando una descripción de los experimentos, o haciendo alguna actividad y observando, otras mediante la aplicación de conceptos y recurriendo a la teoría conocida, las cuales de manera general fueron correctas. También están las preguntas número cuatro de cada uno de los cuestionarios, en estas se pidió según la actividad experimental propuesta, una respuesta clara que dé explicación al acontecimiento físico que estaban presenciando. Para contestarla correctamente, los alumnos necesitaban observar y reflexionar, analizar detalladamente las diferentes características del fenómeno y tratar de entender lo que podría estar ocurriendo. Esta pregunta fue contestada correctamente por la mayoría de los alumnos y permite considerar según la dificultad de las respuestas que el grupo en general tenía un estilo de aprendizaje reflexivo.

Por otra parte, algo muy notorio durante la realización de esta propuesta y que permite afirmar que el integrar diferentes actividades y acciones para la optimización del aprendizaje de los alumnos los cuales tienen diferentes estilos de aprendizaje es muy importante, fue que en las respuestas dadas a los cuestionarios, en la participación de la presentación final y en la realización del ensayo, la respuesta de los alumnos fue en general muy buena y positiva. Lo cual hace ver que en definitiva cada alumno puede ser motivado a aprender un mismo tema con una actividad diferente, según su estilo de aprendizaje y su personalidad.

En cada equipo de trabajo, se observó el acomodo de los estudiantes al rol que más se acoplaban; se notó el estudiante que fungía como coordinador y organizaba, el que tomaba nota y hacía preguntas, el que hacía una y otra vez el experimento, y finalmente el que participaba con todos. También, por ser equipos de cuatro personas se notó en algunos de ellos que un elemento no sabía qué hacer y de qué manera contribuir, convirtiéndose por algunos momentos en sólo un espectador. Tal situación se resolvió al pedirles a los estudiantes en cuestión que cambiaran la actividad que desarrollaban dentro del equipo y llevaran a cabo una diferente.

Sobre la implementación y realización de los experimentos específicos por equipos, casi todos los estudiantes los llevaron a cabo sin ningún conflicto aparente y participaron activamente. Algunos equipos presentaban actitudes de leve resistencia a la realización de los experimentos y al uso de los dispositivos, no sabían que considerar o anotar cuando efectuaban las actividades y les costaba trabajo determinar qué era lo importante de su actividad. Fue hasta que se les dio el cuestionario a contestar referente a su experimento, que se observó se conducían con interés, de manera activa y buscando en particular obtener las respuestas que se les pedían, obteniendo con ello no solo lo pedido sino además explicaciones a algunos aspectos de los experimentos de sus compañeros.

Las presentaciones de sus observaciones las hicieron de forma clara frente al grupo, y estaban dispuestos a responder lo que podían según lo que entendían. Las respuestas de los cuestionarios de cada experimento, fueron entregadas sin falta y no solo con lo visto en clase, sino con información nueva y conceptualmente correcta.

De manera general, la organización por equipos permitió a los estudiantes integrarse a la realización de una actividad particular, la cual impulsó la colaboración entre ellos y que desarrollaran una actitud de compañerismo, respeto y responsabilidad.

Por otra parte, al profesor facilitó por un lado el control del grupo, y por otro la identificación y manejo de los alumnos que parecía no estaban motivados y requerían de un estímulo extra para integrarse y participar activamente en clase. Sin embargo, aunque las actividades en equipo permitieron un aprendizaje en conjunto fuertemente enriquecedor para todos los integrantes debido a que cada nueva propuesta es explorada y enriquecida por varias ideas, diferentes mentes y muchas historias distintas unas de las otras; el trabajo de orientación (realizado por el profesor) requirió de más paciencia y tiempo, pues se deben de escuchar todas las opiniones y considerar las múltiples respuestas que generalmente siempre son en parte correctas.

D. Avance conceptual

En general, los resultados que aquí se comentan se apoyan en la interpretación cualitativa de la información obtenida

de los materiales de evaluación (cuestionarios, realización de experimentos, comentarios y escritura del ensayo).

Por ser un tema totalmente nuevo en el programa de estudios del nivel medio superior del país, los estudiantes consideraban que no tenían conocimientos previos relativos al tema de plasmas como tal; sin embargo los alumnos expresaron algunas ideas de éste que tenía una gran relación con el tema.

Durante la realización del experimento demostrativo llevado a cabo por el profesor, los estudiantes reunidos por equipos tenían una actitud participativa, preguntaban, hacían comentarios y expresaban hipótesis sobre lo que creían que pasaría o pasaba al realizar algún cambio. Las hipótesis planteadas tenían que ver con sus experiencias con la electricidad. A continuación se presentan.

- *Cuando se aplique la diferencia de potencial en las terminales del dispositivo experimental, se generaran descargas eléctricas entre ellas y la superficie del dispositivo.*
- *Se escuchará un zumbido como el que caracteriza a los cables de las torres de alta tensión.*
- *Si acercamos nuestras manos o algún objeto, se verá un rayo que va de las terminales hacia el objeto.*
- *No pasará nada.*

Ningún estudiante pudo predecir la emisión de luz por el dispositivo al aplicarle la diferencia de potencial y después de haber hecho un vacío relativo. Los estudiantes se sorprendieron mucho cuando se generó la luz del plasma. debido a que no se tenía un circuito cerrado. Respecto del movimiento de la luz generada en el experimento al acercar un imán de alta intensidad, solo cinco estudiantes pudieron describir de entrada cual es la razón por la que aparentemente parece que es movida. Cuando se dio la explicación de la razón física de estos fenómenos, se pudo notar que el trabajo de las explicaciones al cuestionario diagnóstico permitió a los estudiantes comprender mejor que es lo que estaba pasando y les ayudo a poder expresar sus ideas utilizando conceptos como: ionización, voltaje, vacío, ondas electromagnéticas y excitación.

Este experimento definitivamente hizo que los estudiantes utilizaran los conceptos que se habían repasado y permitió que se dieran cuenta de su aplicación y significado físico, consiguiendo con ello que tuvieran un punto de asociación y el andamiaje de conocimientos se reforzara cuando dieron explicaciones particulares a los experimentos que cada equipo realizó.

Las respuestas correspondientes dadas a cada cuestionario según la actividad experimental que realizaron, en general fueron buenas, tenían un sustento físico y se notó que habían investigado en diferentes fuentes.

Para el experimento de la esfera de plasma, fue muy significativa la discusión que se generó, para dar respuesta a la pregunta número cuatro: ¿De qué depende que la luz que emite la esfera de plasma sea de diferente color?

Los estudiantes consideraron diferentes experiencias (el plasma de aire) y los dispositivos que estaban manejando sus compañeros (lámpara ahorradora). Consultaron manuales de operación y especificaciones de fabricación. Algunos alumnos, lograron argumentar utilizando el

concepto de energía de ionización de cada elemento y la frecuencia de emisión de luz según los niveles atómicos.

Por otra parte, para el experimento de la flama del mechero de Bunsen lo que más les llamo la atención fue el movimiento de la flama cuando se somete a una diferencia de potencial. De entrada creían que no pasaría nada, sin embargo al ver lo que ocurría iniciaron con la formulación de hipótesis. Pensaron en campos magnéticos dado el comportamiento aparente de atracción y repulsión, sin embargo fueron desechados como tal al darse cuenta que no atraía un trozo de fierro colgado de una madera.

Consideraron la definición de potencial eléctrico y lograron deducir entonces que una llama está formada en parte por iones.

Para el experimento de la lámpara ahorradora, les interesó mucho (quizá porque ya lo habían visto) que la lámpara se prendiera al acercarla a la esfera de plasma; sin embargo se sorprendieron mucho de que pasara lo mismo cuando observaron que no importaba el tamaño de la lámpara, o que se pusieran más de una, cerca de la esfera de plasma.

Por un lado, tras investigar el funcionamiento de estas lámparas pudieron dar repuesta al porque sucedía así, y por otro, lograron hacer uso y aplicación adecuado del Principio de Conservación de la energía, entendiendo que para que las lámparas emitieran energía en forma de luz, debían de estarla usando y obteniendo de algún otro lugar.

Respecto del experimento del tubo de Lenz, fue muy notorio que los alumnos pudieran responder adecuadamente a la pregunta número cuatro del cuestionario correspondiente. Utilizaron la Ley de Faraday, así como la de Ampere, y trataron de dar una explicación del por qué sucedía lo que observaron.

Finalmente, en la presentación del tema “Plasmas en el universo” llevada a cabo por el profesor, los estudiantes prestaron atención y tomaban nota de lo que les interesaba, hicieron comentarios, preguntas, y buscaban responder a lo que se les cuestionaba.

Sobre la escritura del ensayo relativo al tema de plasmas que se les solicitó y guiados por las ideas principales a considerar que se les indicaron; se podría decir que hicieron un trabajo adecuado, los conceptos nuevos que se trabajaron estaban presentes y en su gran mayoría con suficiente claridad. No se podría afirmar algo a favor o en contra, pues el tema se acababa de presentar; pero por otra parte, se les solicitó un trabajo que requirió de gran esfuerzo, en el cual debían de ordenar sus ideas, entender lo que querían decir, escribirlo correctamente y hacerlo al momento.

V. CONCLUSIONES

Con esta experiencia se puede afirmar que una secuencia como la aquí presentada, orientada por la interpretación constructivista y regida por la propuesta didáctica “Enseñanza para la Comprensión”, ayuda, apoya y guía adecuadamente a los docentes en el trabajo diario dentro de las aulas, y permite a los estudiantes colocarse en su zona

de confort y de desarrollo próximo [23]; aún con un tema totalmente nuevo y desconocido para ellos.

Es significativo destacar que las actividades experimentales tienen un valor e importancia muy amplio dentro de la enseñanza de las ciencias, y se da un cuenta de ello al analizar el desarrollo y actitud de los alumnos tanto en las actividades experimentales como en las de resolución de cuestionarios que solicitan teoría.

Al realizar los experimentos, los alumnos valoran mucho más el trabajo llevado a cabo por ellos mismos y la ejecución de lo que ellos deciden relativo al tema, que lo que se les impone o indica y no les interesa. Es trascendental entender, que el laboratorio, la realización de experimentos, la discusión y análisis de ellos por parte de los alumnos guiados por el profesor; son indispensables para un buen inicio del aprendizaje y la comprensión.

En general, se concluye que la propuesta didáctica presentada, impacta positivamente en el proceso de aprendizaje de los alumnos, y permite al profesor ubicar a los estudiantes que requieren de algún tipo de ayuda.

Se puede afirmar que la situación en la cual se halla la enseñanza de las ciencias, no encuentra dificultades y complicaciones insalvables en los contenidos, o en la manera en la que son organizados e introducidos a los estudiantes; sino en la forma en cómo se enseñan. Prueba de esta afirmación, fueron las respuestas dadas por los estudiantes a las diferentes actividades planteadas.

Es fundamental por tanto, identificar los aciertos y errores durante el quehacer diario con los alumnos, como un primer paso para avanzar hacia la transformación de la labor docente, así como de la forma de involucrarse en el proceso educativo. La problemática asociada con el aprendizaje y la enseñanza, requiere indispensablemente de una aproximación a diversas áreas del conocimiento humano como son la pedagogía, la psicología, la epistemología, la didáctica, los aspectos disciplinares, las implicaciones sociales, etcétera; de tal manera que ello permita entender al docente las experiencias que vive el alumno cuando se involucra en cualquier actividad de aprendizaje. Que la enseñanza de la física se realice de diferentes maneras pero con características que proyecten a la materia como algo teórico o como fuera del contexto de lo cotidiano y sin aplicación real, ya no tiene cabida en la enseñanza. Las asignaturas de ciencias deben ser impartidas con un enfoque que considere la parte experimental, así como la pluralidad de modalidades de enseñanza y aprendizaje.

Una visión multidisciplinaria, indudablemente ayudará al docente a reconocer que su papel ya no puede limitarse a pedir a los alumnos que reproduzcan los contenidos del programa curricular, sino que debe asumir su papel de acompañante a través del camino cognitivo que permita a los aprendices lograr avances importantes en la construcción de nuevos saberes, en donde ellos tengan una participación activa en ese proceso constructivo.

Por otra parte, para que la eficiencia de aprendizaje en toda actividad incremental, se requiere del interés por aprender de los alumnos, interés que de alguna manera promueve y motiva el profesor con la planeación adecuada y multifactorial que realiza. Se necesita pues de un

Enseñanza de plasmas físicos en el nivel medio superior compromiso entre las dos partes, donde prevalezca la cooperación y comunicación, amable, respetuosa y motivada [24].

REFERENCIAS

- [1] Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., e Hemmo, V. http://www.oei.es/salactsi/Informe_Rocard.pdf, Consultado el 10 de Agosto de 2010.
- [2] UNAM, www.journals.unam.mx/index.php. Consultado el 16 de Agosto de 2010.
- [3] U.S. Government, Department of Education. The Final Report of the National Mathematics Advisory Panel; 2008.
- [4] SEP, http://www.enlace.sep.gob.mx/ms/informes_de_resultados. Consultado el 06 de Enero de 2012.
- [5] Díaz Barriga, F., *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*, Mc Graw Hill. México, 2006.
- [6] Peralta, J.A., *Los signos, la enseñanza, la historia*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **6**, 655 - 660 (2012)
- [7] Newman, R. J., *El mundo de las matemáticas*, Vol. 5, (Grijalbo, España, 1980).
- [8] Bravo S., *Plasmas en todas partes*; (FCE, Colección La Ciencia desde México, 2001).
- [9] Pogrè P., *Escuelas que enseñan a pensar: enseñanza para la comprensión, un marco teórico para la acción*. 1º ed, (Papers Editores, Buenos Aires, 2004).
- [10] Stone W. M., *Enseñanza para la comprensión, vinculación entre la investigación y la práctica*, (Paidós, Buenos Aires, 1999).
- [11] Brubacher, J. S., *John Dewey*, En: J. Château (dir). *Los Grandes Pedagogos*, (Fondo de Cultura Económica, México, 2000).
- [12] Perkins, D., & Blythe, T., *Putting understanding up front*. Educational Leadership **51**, 4-7 (1994).
- [13] Campanario, J. M. y Otero, J., *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. Enseñanzas de las Ciencias **18**, 155-169 (2000).
- [14] Carretero M., *Constructivismo y educación*, (Ed. Luis Vives, Buenos Aires, 1993).
- [15] Sanjurjo, L. O., *La metacognición: Un concepto estructurante para la didáctica*. En: Fundamentos psicológicos de una didáctica operativa, Aebli, H., Colussi, G. y Sanjurjo, L., (Homo Sapiens, Buenos Aires, 1995). Cap. III, pp. 77-93.
- [16] Colussi, G., *Las investigaciones en metacognición. Reconsideraciones teóricas*. En Fundamentos psicológicos de una didáctica operativa. Aebli, H., Colussi, G. y Sanjurjo, L. (Homo Sapiens, Buenos Aires, 1995). Cap. III, pp. 77-93.
- [17] Alonso, C. M., Gallego D. J., y Honey, P. *Estilos de Aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Universidad de Deusto. (Edit. Mensajero, Bilbao, 1999).
- [18] Alonso C. M., Gallego D. J. y Honey P., http://cvonline.uaeh.edu.mx/Cursos/Especialidad/Modulo2_PDF/ESTEM02T05P04.pdf.

Fidel Benjamín Alarcón Hernández et al.

[19] Huertas J. A., *Motivación, Querer aprender*, (Aique Grupo Editor S.A, Argentina, 1997).

[20] Forrest I. B., *Plasmas en el laboratorio y en el cosmos*. (Reverté, España, 1968).

[21] Rodríguez, Y., Martínez, H.. *Plasmas, aplicaciones en la vida diaria. Narraciones de la ciencia*. Inventio, La génesis de la cultura universitaria en Morelos, 5, 49-53, (2007).

[22] Martínez, H., Alarcón, H. F. B., *La sangre del Universo: El plasma*, Hypatia Revista de Divulgación Científico-Tecnológica del Estado de Morelos **43**, 6-7, (2012).

[23] Vigotsky, L., *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, (Editorial Crítica, México, 1988).

[24] Huertas J. A., *Motivación, Querer aprender*, (Aique Grupo Editor, Argentina, 1997).