

La enseñanza de la Física utilizando el diseño de ambientes de aprendizaje que toman en cuenta cómo aprende la gente ciencias

Sergio Octavio Valle Mijangos

Universidad Tecnológica de Tabasco

sergio.vallems@udlap.mx

svalle_mijangos@hotmail.com

Resumen

La ponencia trata de una propuesta para la enseñanza de las ciencias considerando principalmente los lineamientos del modelo How People Learn (HPL) de Bransford y Cocking (2000) y Bransford y Cocking (2007). Este modelo propone enseñar las ciencias, como la Física, desde la perspectiva de cuatro lentes: lente centrado en el conocimiento, lente centrado en el estudiante, lente centrado en la comunidad y lente centrado en la evaluación. Derivado de considerar las recomendaciones de Bransford y Cocking (2007), se propone el diseño de actividades didácticas dentro y fuera de aula que tengan como resultado el diseño de ambientes de aprendizaje eficaces para la enseñanza de la Física. Se contemplan adicionalmente otras recomendaciones paralelas a modelo HPL y que forman parte del cuerpo de conocimientos en educación de las ciencias como la Teoría de la Motivación (Svinicki, 2004), la Decodificación de las Disciplinas (Middendorf y Pace, 2004), la Enseñanza Efectiva de las ciencias y un Sistema de Evaluación Mejorado (Felder y Brent, 2010; Black, 2004) y el Diseño de Cursos en Retrospectiva (Wiggins, 1998) con comprensión significativa. Se concluye con la propuesta para los profesores de construir

ambientes de aprendizaje eficaces para la enseñanza de la Física que constituyan verdaderas experiencias de aprendizaje (Fink, 2003). El ambiente de aprendizaje que se propone considera en su diseño el nuevo enfoque educativo por competencias profesionales a nivel universitario promoviendo que el estudiante resuelva problemas en contexto de su disciplina y responda a las necesidades del sector productivo. (Tobón, 2005 y Tobón, 2010).

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, ambientes de aprendizaje, enfoque educativo por competencias.

Introducción

La Física es parte de la vida cotidiana del ser humano. Es una ciencia utilizada en todos los procesos tecnológicos y científicos, por lo que enseñar Física debe incluir un alto componente de motivación tanto para los profesores como para los estudiantes, dentro y fuera de las aulas. (Barrera, 2007). Sin duda, las instituciones educativas en las que se imparten cursos de Física tratan de alcanzar como meta transitar de un conocimiento común a uno científico, que se muestre sistematizado, verificable y aplicable a los problemas que continuamente un estudiante pudiera enfrentar en el desarrollo de su profesión y la vida diaria. En este sentido, el reto de los profesores es transformar los conocimientos dogmáticos y míticos en un conocimiento verificable que tome en cuenta el avance de la ciencia y la tecnología actuales. Las acciones que llevan al logro de estas metas no son fáciles, ya que traspasar las barreras de la pasividad a la acción, de la mediocridad a la efectividad, del obscurantismo a la claridad, del mecanicismo a la innovación, de la individualidad a la solidaridad y de la repetición a la creación, requieren un constante esfuerzo de quienes facilitan el conocimiento y de quienes aprenden. (Palo, 1990).

Los esfuerzos involucrados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física aún encierran numerosas dificultades, principalmente las relacionadas al desarrollo de la inteligencia e innovación en el estudiante, dejando honda huella en las actividades encaminadas a la reproducción de saberes y memorización de contenidos. (Moreno, 1989).

En los últimos años, han surgido o se han vuelto accesibles una gran variedad de tecnologías que están cambiando rápidamente la forma en el que se enseña en todos los niveles educativos. En particular, la introducción de las computadoras, software de simulación, sistemas de adquisición de datos, video y el internet han abierto más oportunidades para que el estudiante aprenda y han favorecido el trabajo de los profesores en la enseñanza de las ciencias técnicas. Es necesario señalar una precaución con relación al impacto de las tecnologías de información y comunicación en la enseñanza de la Física: por si solas no mejoraran en forma automática el logro de competencias en los estudiantes, tampoco se puede dar por hecho que su utilización genera la pericia necesaria en el estudiante para aportar soluciones a los problemas en contexto. El uso de tecnologías requiere que los profesores impriman una intención pedagógica en su uso, que de otra forma, pudieran tener un efecto negativo al suponer resultados de aprendizaje traducidos en competencias profesionales. (Gil, 1997).

Una de las características distintivas de los tiempos actuales se refiere a los continuos cambios en el orden tecnológico, económico y social. A pesar de esta constante, no hemos podido prever estos cambios y con ellos hemos sufrido consecuencias de impacto global. Ante estas realidades debiéramos preocuparnos por preparar a nuestros estudiantes en ciencia y tecnología y con esto ayudarlos a enfrentar los retos que les demanda su disciplina. Este esfuerzo resulta por demás complejo, aunque es un desafío del que un educador no puede hacerse a un lado.

Por lo tanto, un objetivo que no puede olvidarse en la planificación de los cursos de Física es el desarrollar en los estudiantes la habilidad de enfrentarse a problemas nuevos con apertura y rigurosidad. En otras palabras, es necesario que el profesor focalice sus esfuerzos en formar a los estudiantes en las competencias de aprender a aprender y aprender a ser.

El cuerpo de conocimientos sobre educación de las ciencias continuamente refiere a permitir que los estudiantes elijan por sí mismos un tópico de estudio dentro de su plan de estudios y lo desarrollen de forma autónoma, con las tecnologías que conocen y en su contexto, esta práctica hace un aporte valioso al proceso educativo en el campo de las ciencias. Como resultado de diversas investigaciones relacionadas con ambientes de aprendizaje en las ciencias técnicas, se ha descubierto que los estudiantes tienen pocas posibilidades de desarrollar sus propias ideas. Aún en tesis de posgrado, es usual que un docente o investigador experimentado sugiera el tema de estudio. No existen muchas oportunidades para que ellos lleven adelante sus propias ideas. (Gil, 1997).

Si revisamos las temáticas que se enseñan actualmente en Física, como asignatura de formación general, podemos asegurar sin temor a equivocarnos, que el mayor peso recae en el período anterior al siglo XIX, llegándose a abordar ciertos asuntos relativos a la primera mitad del siglo XX. Si esta presentación de la Física va acompañada de los tradicionales ejemplos y problemas, podemos decir que nos hemos quedado detenidos en el tiempo y el estudiante o hasta el profesional recién graduado, no físico, se queda atónito ante las imágenes televisivas o noticias periodísticas, relacionadas con la Física Contemporánea y que nunca se le han mencionado en la escuela. Otra arista de este mismo asunto es el bajo interés y motivación por el estudio de la Física en los estudiantes, dada la falta de conexión que los relaciona con la vida diaria y por lo que les resulta poco atractiva. (Villarreal, et. al. 2002).

En los últimos cuarenta años, la preocupación por la enseñanza de las ciencias ha cobrado gran interés, produciéndose aportes muy importantes en el orden de la didáctica de la ciencia. En esta preocupación, han surgido nuevas teorías del aprendizaje, acompañadas de métodos y estrategias innovadoras que deben ser integradas a la enseñanza de una ciencia experimental como es la Física.

Contrario a las tendencias tradicionales, en los círculos científicos, se empieza a reconocer a la enseñanza de la Física como uno de los campos de desarrollo de acuerdo a la reciente clasificación de la International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP), lo cual indica la importancia que reviste la divulgación y el aprendizaje del conocimiento científico. (Villarreal, et. al. 2002).

BREVE ESTADO DEL ARTE EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Es sobradamente conocido que una educación superior que se considere de calidad debe responder a las necesidades de la sociedad. En este sentido, es fundamental cuidar la formación de los estudiantes en competencias tanto personales como profesionales, que les preparen para su integración en un entorno cada vez más complejo en el que la mera adquisición de conocimientos ya no es suficiente. Los profesores de Física, al igual que los de otras disciplinas, deberían asumir estas nuevas necesidades realizando mejoras en su práctica docente.

La enseñanza de la Física posibilita de modo sencillo el desarrollo y adquisición de capacidades tales como la resolución de problemas o las habilidades experimentales. En la bibliografía existente sobre la enseñanza de Física General se encuentra abundante documentación sobre cuándo y cómo desarrollar dichas habilidades, y se hacen

recomendaciones que parecen ser ampliamente aceptadas, ya que los profesores asumen de un modo natural dichas capacidades entre sus objetivos docentes para los distintos niveles de enseñanza. Sin embargo, la enseñanza de la Física ofrece al mismo tiempo la posibilidad de desarrollar un rango más amplio de competencias. Esto resulta ser especialmente relevante cuando nos referimos a niveles universitarios, donde el objetivo es que los estudiantes reciban una formación integral y orientada hacia la inserción en un mundo laboral que a su vez les permita desarrollarse profesional y personalmente. (Benito, Portela y Rodríguez, 2006).

Más del 80% de los profesores plantean objetivos relacionados con los contenidos técnicos de sus asignaturas. Aproximadamente un 40% recoge también contenidos relacionados con competencias o habilidades investigadoras y profesionales, y apenas un 5% del total incluye competencias de carácter social. En cuanto a los contenidos, predominan aquellos ambientes de aprendizaje que enfatizan el carácter teórico frente a los de carácter práctico. (Benito, Portela y Rodríguez, 2006).

Se ha descubierto también que los profesores hacen amplio uso de la clase magistral a la que normalmente acompañan de sesiones de resolución de problemas, sesiones de laboratorio y tutorías individuales. Los profesores de Física fomentan más las competencias específicas que las generales. La comprensión de fenómenos físicos, la resolución de problemas o las habilidades experimentales y de cálculo numérico, dominan claramente sobre las habilidades comunicativas, personales, de trabajo en equipo, manejo del ordenador o valores éticos.

Por otro lado, los cursos de Física General, introducidos en los primeros años de los estudios universitarios, tienen un importante valor instrumental y son la base para posteriores enseñanzas científicas de mayor profundidad. ¿Por qué no extender su contribución hacia la consecución de un aprendizaje más integral entre nuestros

estudiantes? Desafortunadamente, al analizar las prácticas docentes se observa que son bastante tradicionales, de modo que tanto profesores como estudiantes aprovechan tan sólo algunas de las oportunidades y ventajas que la Física ofrece.

Según Benito, Portela y Rodríguez (2006), al analizar las prácticas docentes, se observa que las lecciones presenciales, las prácticas de laboratorio y las sesiones de resolución de problemas ocupan la mayor parte del tiempo y de los esfuerzos de los profesores. Apenas si se utilizan metodologías activas, lo cual debería impulsarse si realmente queremos trabajar en la adquisición de competencias generales. Los profesores podrían utilizar alguna de las muchas alternativas existentes frente al modo de enseñanza tradicional. Una posibilidad es el método de aprendizaje cooperativo que ya ha demostrado su potencial y aplicabilidad en enseñanzas de corte científico y que ha resultado idóneo al reportar en su práctica óptimos resultados cuando se aplica a cursos de Física. Los mismos investigadores comentados señalan que actualmente la investigación educativa intenta romper con la figura del profesorado como instrumento intermediario que aplica técnicas elaboradas por expertos externos y cuyos fundamentos y finalidad escapan a su conocimiento y control. Resultados de investigaciones en este campo han propuesto un recurso para los profesores que consiste en utilizar una investigación centrada en la reflexión sobre la complejidad, diversidad y riqueza dinámica de la vida del aula. Surge así la investigación-acción (I.A) que concibe el aula como un espacio de investigación y experimentación, donde el investigador está implicado en la propia práctica docente. En la actualidad, la I-A es considerada como el instrumento idóneo en el control y regulación del proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, así como la metodología propicia para el autodesarrollo profesional del profesorado.

Consecuentemente, la I-A se constituye como el escenario idóneo para evaluar la práctica educativa en la enseñanza de la Física. Ésta puede tener diversos enfoques, en función de los aspectos que se deseen estudiar y mejorar de la práctica docente.

El hecho de que los resultados de una I-A en didáctica de la Física no sean generalizables, desde el punto de vista formal (científico), no significa que no sean útiles en otras situaciones educativas. La I-A se ha presentado como una investigación en la escuela y desde la escuela, que debe ser realizada por los docentes con el propósito de dar respuestas puntuales a las situaciones problemáticas que surgen en el aula, al mismo tiempo que contribuir al autodesarrollo profesional del profesorado. Sintonizando con las actuales tendencias en enseñanza de la Física que demandan del profesorado un compromiso que le convierta en investigador, reflexivo, crítico e innovador de su práctica educativa. La I-A se perfila, pues, como el instrumento idóneo para ello. (García, 2009).

En otros resultados de investigaciones se ha venido señalando en los últimos años una paulatina despoblación de estudiantes en las carreras de Física de diversas universidades de todo el mundo. Como indicadores de esta afirmación pueden tomarse diferentes registros de deserción y abandono en dichas titulaciones y de una fuerte disminución de ingresantes a las mismas. (Bandiera, et.al. 1995 y Siviter, 1994).

Al respecto, diferentes autores han señalado la existencia de grandes dificultades en los estudiantes universitarios para aprender significativamente los conceptos físicos que se les enseñan. (Ferreyra y González, 2000). En este marco, un grupo de especialistas universitarios en el área de la Física realizó un estudio diagnóstico del estado actual de la enseñanza en las universidades argentinas, concluyendo que existía una imperiosa necesidad de mejorar sensiblemente los laboratorios de enseñanza de la física y sugiriendo que habría que considerar distintos programas (acciones) para mejorar la calidad de la enseñanza de grado y postgrado en estas universidades.

Resulta oportuno subrayar que estos proyectos corren el riesgo de quedar atrapados en aproximaciones limitadas y parciales y que podría eludirse la complejidad del problema y

terminar recortando los esfuerzos a cuestiones puramente técnicas como lo es la falta de equipamiento. (FOMECE, 1995).

Específicamente, en lo que se refiere al interés por el mejoramiento de los trabajos prácticos de laboratorio, diversos estudios realizados desde una perspectiva constructivista son contundentes en proponer el uso de situaciones problemáticas abiertas que aproximen dichas prácticas a la actividad de la ciencia. (Tobin, 1990; Woolnough, 1991; González, 1994; Hodson, 1994; Gil y Valdés, 1996 y Salinas de Sandoval, 1994).

Llama la atención que hechos similares parecen haberse constatado en las carreras de Física de varias universidades argentinas y de otros países. Si bien existen importantes causas externas, como la creación de atractivas carreras relacionadas con la informática y las comunicaciones o la caída de programas de energía nuclear, entre otras, que seguramente pueden estar influyendo en esta realidad, el aumento de la despoblación nos obliga a iniciar un análisis hacia adentro y estudiar, por ejemplo, las características del proceso de enseñanza-aprendizaje en la universidad. Es decir, resulta necesario detenerse y sacar a la luz algunos hechos a los que tradicionalmente no habíamos prestado la debida atención. Así, la extensión de los programas de estudio o las orientaciones habituales de la enseñanza, podrían resultar factores centrales para explicar esta pérdida de interés en los estudiantes. (Ferreyra y González, 2000).

En otras investigaciones se identifica la complejidad matemática de la Física como uno de los factores que más inhiben a los alumnos y señalan la rapidez indebida con que los profesores enseñan las representaciones matemáticas del mundo físico, como una de las causas de sus dificultades de comprensión. Recomiendan comenzar la enseñanza desde una perspectiva fenomenológica, haciendo que los estudiantes se centren en hablar,

escribir y leer sobre distintos fenómenos físicos e introduciendo en forma gradual las representaciones algebraicas de los mismos. (Monk, 1994).

En relación con lo anterior, resulta interesante resaltar el bajo rendimiento académico obtenido por los estudiantes. Intentando realizar una descripción más precisa sobre este punto, diversos autores opinan que las materias introductorias no permiten un entendimiento conceptual satisfactorio de la física básica, ya que se registran dificultades en conectar diversas representaciones como gráficos, diagramas, ecuaciones, conceptos básicos y principios, con fenómenos del mundo real. Señalan que el conocimiento que se consigue parece consistir en datos o hechos separados, fórmulas y ecuaciones organizadas pobremente, lo que les impide retenerlas y usarlas. Consideran además que este conocimiento adquirido es fragmentado y difuso y que los estudiantes rápidamente se sienten abrumados por la acumulación de detalles memorizados, trayendo como consecuencia un inevitable descontento y desinterés. (Ferreyra y González, 2000).

En varios países, algunas investigaciones realizadas en los primeros cursos de distintas universidades han puesto de relieve la existencia de los problemas mencionados. El análisis de los resultados obtenidos de pruebas diagnósticas, pruebas post instruccionales y encuestas a estudiantes ponen en evidencia entre otros problemas: escasos logros referidos a aprendizajes conceptuales de la Física que se les enseñó, una tendencia generalizada hacia un aprendizaje memorístico, la existencia de ideas erróneas fuertemente arraigadas y grandes dificultades en la comprensión e interpretación de los enunciados de las situaciones problemáticas planteadas. (Wainmaier, 2008).

Se puede afirmar entonces que la característica de las prácticas del profesorado es que se centran en proporcionar un volumen cada vez mayor de información a los estudiantes y, desde el momento en que se exige que dicha información se reintegre en un examen,

refuerza la noción de que el ejercicio memorístico a corto plazo es la base del aprendizaje. (Muñoz-Chápuli, 1995). El uso de esta práctica entre los docentes es producto de experiencias no reflexivas o de ideas de un supuesto sentido común sobre la enseñanza adquiridas a lo largo de su formación. La crítica que realizamos debe ser considerada en buena medida como autocrítica; es decir, como síntoma de la necesidad de un proceso de reflexión interno de la comunidad universitaria sobre su propia enseñanza.

Como se mencionó anteriormente en esta ponencia, la investigación sobre la práctica docente señala la existencia de una enseñanza caracterizada por lecciones magistrales dirigidas a los estudiantes, que impide la actividad y participación de los mismos así como una falta de creatividad por parte de los profesores en su tarea docente. (Ferreyra y González, 2000). El proceso de enseñanza-aprendizaje se realiza bajo la vigencia hegemónica del modelo de transmisión-recepción de conocimientos terminados. Este aspecto sería el central, puesto que pone al descubierto que no se está tratando con aspectos aislados y, por lo tanto, fáciles de modificar, sino con un verdadero modelo, con una concepción global, que se expresa en todas y cada una de las actividades. (Gil y Valdez, 1996).

A efectos de la elaboración de una propuesta transformadora de la enseñanza de la Física, sería importante articular algunos de los innumerables aportes recientes de la investigación didáctica. En opinión de Woolnough, 1994 y Menikheim y Ruiz de Eguilaz, 2008, son los siguientes:

- a). Simulación de problemas físicos en la computadora
- b). Definición de nuevos entornos de aprendizaje
- c). Escribir y reflexionar sobre lo aprendido
- d). Discursos compartidos entre estudiantes y profesores
- e). Actividades educativas coherentes con un tratamiento científico de las cuestiones

- f). Rol del conocimiento conceptual en la resolución de problemas
- g). Modelo de enseñanza- aprendizaje centrado en la resolución de problemas
- h). Aproximaciones educativas centradas en el estudiante y,
- i). Conexiones entre distintos tipos de actividades de enseñanza.

Investigaciones relacionadas con las representaciones sociales de los profesores en relación con ser un buen estudiante, nos muestran que todos los profesores coinciden en que la característica más importante es el razonamiento, seguida del interés por la ciencia y el esfuerzo y el trabajo de los estudiantes. Por otra parte, en general los profesores no están de acuerdo en que ser inteligente y tener facilidad para memorizar sean características necesarias. De esta manera, en el contenido de la representación social de los profesores que se refiere a las características que posee un buen estudiante, es mayor la presencia de elementos vinculados a aspectos relacionados con la actitud como el interés, esfuerzo y trabajo personal. Con respecto a cómo se aprende Física, nuevamente se destaca la importancia que se asigna al esfuerzo y el trabajo personal y al interés y la motivación, esta última tanto extrínseca como intrínseca. (Guirado, et. al. 2010).

Los argumentos anteriores debieran ser suficientes para respaldar la necesidad de desarrollar investigaciones educativas en el área de las ciencias en el nivel universitario. Además, deseo agregar que el hecho de la promoción de la investigación educativa en ciencias para todos los niveles –incluido el universitario– ha tomado relevancia en esferas internacionales en instituciones permanentemente preocupadas por el mejoramiento del desarrollo científico y su enseñanza. Una publicación universitaria (Tribuna Universitaria, 1994), destaca que la agencia americana National Science Foundation (NSF) identificó ocho áreas estratégicas para la investigación futura, entre las cuales la investigación en educación en ciencias ocupa el tercer lugar en orden de prioridad, los dos primeros lugares son ocupados por la investigación de ordenadores de altas prestaciones y en biotecnología. (Ferreyra y González, 2000).

INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON AMBIENTES DE APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS TÉCNICAS

Es necesario revelar que la intención central al aplicar este cuerpo de conocimientos relacionado con la educación de las ciencias es el de generar ambientes de aprendizaje eficaces para la enseñanza de la Física. El resultado de la reflexión del profesor debe generar lineamientos para construir un ambiente de aprendizaje que genere la competencia planificada en el plan de estudios. Esta afirmación nos conduce a conocer acerca de las investigaciones relacionadas con ambientes de aprendizaje presenciales por competencias.

Una revisión al estado del arte sobre el tema de ambientes de aprendizaje presenciales en educación superior bajo el enfoque por competencias reveló que un gran número de investigaciones se ha llevado a cabo con muestras pequeñas, con grupos intactos y pocos de ellos han sido de corte longitudinal o transversal, por lo que ha sido difícil extrapolar los resultados obtenidos a poblaciones mayores. La investigación sobre ambientes de aprendizaje presenciales aporta el estudio de variables relacionadas con la percepción de alumnos y facultad. En lo relacionado a los estudiantes, las investigaciones revelan énfasis en variables psicológicas como la autoestima, la percepción y las relaciones socioafectivas como impulsores del aprendizaje. Para el caso de la facultad, las variables estudiadas se han concentrado en la percepción de los profesores acerca de sus propios ambientes de aprendizaje. (Wilson y Fowler, 2005).

Entre la investigación relevante podemos localizar estudios que construyeron un marco de trabajo para evaluar resultados de aprendizaje sobre el desarrollo de la pericia en los estudiantes, ya que un componente importante en el diseño de los ambientes de aprendizaje en competencias profesionales es la promoción de la pericia en el estudiante. (García y Fernández, 2008).

Otras investigaciones llevaron a cabo estudios acerca de la percepción de los estudiantes sobre sus actuales ambientes de aprendizaje en poblaciones de corte multicultural étnico, en su gran mayoría de etnicidad Indo-Fijiano. En ese estudio de percepciones, los investigadores enfatizaron acerca del estudio de las diferencias de percepción en un ambiente de aprendizaje derivadas del bagaje cultural, estilos de aprendizaje derivados de la cultura, y de las relaciones colaborativas y competitivas entre los alumnos. Estudiaron la interacción entre los alumnos, sus pares del mismo grupo étnico, con estudiantes de otros grupos étnicos y con sus profesores, revelando también sobre cuestiones de equidad. Los resultados obtenidos sobre esas muestra de estudiantes revelaron que independientemente del origen étnico del estudiante las preferencias por el aprendizaje significativo y colaborativo son el común denominador. (Alí, Rohindra y Coll, 2008).

En estudiantes de nuevo ingreso, se ha investigado sobre la influencia de los ambientes de aprendizaje en las creencias epistemológicas y resultados de aprendizaje de los estudiantes de primer ingreso en University of South Wales en Australia. Los resultados indicaron que los estudiantes con mayores creencias epistemológicas buscan mejor información y tienen más resistencia a las tareas difíciles y proponen mejores soluciones a los problemas, además de conducirse mejor en ambientes poco estructurados, por tanto, la influencia de las creencias epistemológicas del estudiante influyen en su aprendizaje. (Toulhurst, 2007).

Investigaciones acerca de ambientes de aprendizaje también han sido conducidas en otras ciencias como la ciencia médica. Estas investigaciones utilizaron un diseño de corte experimental en la que probaron un ambiente de aprendizaje de educación médica asistida por pares, participando estudiantes de medicina de tercer año en entrenamiento reportando los beneficios del trabajo colaborativo entre estudiantes para el aprendizaje efectivo de las ciencias. De las técnicas de intervención médica estudiadas, solo la toma de

muestras en análisis clínicos demostró ser posible facilitarse por medio de pares, las demás requieren del conocimiento experto de los profesores. (Rogers, 2009).

El propósito de otras investigaciones sobre ambientes de aprendizaje bajo el enfoque por competencias fue conocer la forma de pensar acerca de los ambientes de aprendizaje en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias técnicas, ya que el claustro de profesores estuvo conformado generalmente por profesores investigadores cuyos ambientes de aprendizaje están precisamente relacionados fuertemente con la investigación. El otro grupo de profesores está integrado por profesores que se consideran desarrolladores, por incluir principalmente aspectos enfocados al desarrollo didáctico en sus ambientes de aprendizaje. Los resultados apuntaron a que los profesores investigadores son proclives al uso de memorización, tareas de gran complejidad, poco trabajo colaborativo dentro y fuera de aula y sistemas de evaluación tradicional. (Ahlberg, 2008).

En un estudio sobre lo que piensan los estudiantes del impacto de los ambientes de aprendizaje en el entrenamiento y logro de las competencias para el trabajo, en una investigación como hay pocas en este tema, se logró la participación de estudiantes de nivel universitario de 12 universidades de Holanda alcanzando un tamaño de muestra de 1,200 estudiantes. La pregunta central a contestar en la investigación fue ¿Cómo preparar mejor a los estudiantes universitarios para el mercado de trabajo? Los resultados indicaron que los estudiantes que participan en ambientes de aprendizaje con enfoque basado en problemas adquieren más competencias genéricas y reflexivas, más aptitud para el trabajo en equipo y localización de información y más habilidades para el trabajo y la lectura independiente. (Vaatstra y De Vries, 2007).

Finalmente, las investigaciones revisadas para este estado del arte reportaron hallazgos en el uso de actividades extracurriculares. (Ertl y Wright, 2008 y Vermeulen y Schmidt, 2008). Existen hallazgos de estudios de muestras grandes que utilizaron una población de

18,000 egresados de la Universidad de Dutch en Holanda en la cual se aplicaron cuestionarios estandarizados, las variables de estudio fueron la calidad del ambiente de aprendizaje académico, la motivación de los estudiantes, el involucramiento de los estudiantes en actividades extracurriculares, los resultados de aprendizaje como conocimiento adquirido, las competencias para el trabajo y el éxito en su carrera. (Lizzio, Wilson y Hadaway, 2007).

LA PERSPECTIVA DE LOS CUATRO LENTES PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

La esencia de la propuesta que se consigna en este artículo hace referencia al modelo de los cuatro lentes. La propuesta está soportada en *How People Learn: Brain, Mind, Experience and School: Expanded Edition*, publicado por el Committee on Developments in the Science of Learning with additional material from the Committee on Learning Research and Educational Practice, National Research Council. (Bransford, Brown y Cocking, 2007). La teoría que se rescata de esta publicación se refiere a los nuevos hallazgos en la ciencia del aprendizaje que sugieren repensar lo que se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa ya que distintos tipos de aprendizaje requieren el diseño de nuevos métodos de instrucción y nuevas metas educativas requieren cambios en las oportunidades de aprender. Así mismo, los autores exploran el diseño de ambientes de aprendizaje desde cuatro perspectivas que han denominado lentes: lente centrado en quien aprende, lente centrado en el aprendizaje, lente centrado en el conocimiento y lente centrado en el aprendizaje. (Bransford, Brown y Cocking, 2010).

De acuerdo a esta publicación y que es la base de la propuesta que encierra esta ponencia considera que los cuatro lentes antes mencionados deben coincidir todas las actividades que el profesor diseña para facilitar el conocimiento en sus cursos, esto quiere decir que el profesor debe tomar en cuenta:

- a). Las condiciones socioeconómicas del alumno, su forma de aprender y sus preconcepciones acerca del tema
- b). Promover su interacción con expertos en el tema y con los demás compañeros de clase y utilizar diversas fuentes de información y mediar el aprendizaje utilizando tecnologías.
- c). Facilitar conocimiento pertinente en la disciplina de formación del estudiante y,
- d). Aportar un sistema de evaluación pertinente que le permita obtener evidencia de lo que el alumno sabe durante todo el curso

En la medida en que estas condiciones se presenten en la planeación didáctica del profesor y en la medida en que sean administradas clase a clase, serán un indicio de que los cuatro lentes han sido considerados. De tal forma que para cada tema del curso el profesor debe prever que habrá un conocimiento relevante que facilitar al estudiante y que este conocimiento ya fue reflexionado en cuanto a su importancia para la formación en Física, que es conocimiento de actualidad. Así mismo, que para lograr la comprensión de ese conocimiento es necesario que el estudiante consulte diversas fuentes de información, que pueden ser libros, artículos, expertos, situaciones fuera de aula o laboratorio, o sus mismos compañeros de clase. También que el profesor deberá atender a las concepciones previas del estudiante, es decir, qué conocimiento sobre la Física ya posee, cómo resuelve los problemas y qué piensa del aula de ciencias, entre otros, como sus condiciones de salud, canales de comunicación y situación económica.

Además, y para considerar el cuarto lente, el profesor debe diseñar un sistema de evaluación en el que convivan diferentes modos de aprender para el estudiante:

- a). Evaluación diagnóstica. El estudiante descubre lo que debe saber y el profesor sabe lo que el estudiante sabe.
- b). Evaluación de pares. El estudiante aprende de sus mismos compañeros de clase y el profesor conoce sobre los conceptos y prácticas que no han quedado comprendidas por el estudiante.
- c). Evaluación de expertos. El estudiante tiene la oportunidad de conocer de los expertos en su disciplina qué es lo que requiere mejorar para pensar y resolver problemas en su contexto.
- d). Evaluación del profesor (Heteroevaluación). El estudiante logra conocer cómo alcanzar el nivel de dominio sobre la competencia del curso y el profesor descubre sus propias áreas de oportunidad en la docencia. (Es pertinente mencionar que las demás evaluaciones del sistema proveen esta misma información).
- e). Evaluación sumaria. Debe proveer evidencia de que el estudiante ha alcanzado completamente el dominio de los temas y es capaz de resolver problemas en contexto.

Hay otro cuerpo de conocimiento que se necesita abordar para hacer más operativa la propuesta de los cuatro lentes dentro y fuera del aula y con lo que el profesor puede mejorar su trabajo pedagógico, esto se refiere al diseño en retrospectiva. La teoría del diseño en retrospectiva apoya la idea de diseñar los temas del curso y sus evaluaciones con la intención de diagnosticar la necesidad de guiar a los estudiantes en una mejor comprensión del curso identificando los temas clave que deben abordarse en esencia durante un curso y a partir de ellos desarrollar los demás temas. El diseño del curso debe atender primeramente al esfuerzo por facilitar los temas clave, es decir, aquellos temas que el estudiante no puede dejar de dominar porque de otra manera es como si no hubiera sido inscrito en el curso. Estos temas son invocados como la comprensión

duradera del curso. Hay otro grupo de temas en un curso que deben ser utilizados como conocimiento indispensable, sin ellos el estudiante no podría resolver los problemas del curso actual y que en esencia se invocan de su memoria, ya que son conocimiento de cursos anteriores. Como tercer y último momento, se inscriben en la planificación del curso aquellos temas en los que el estudiante puede estar solo informado, son temas transversales que retomará en curso posteriores seguramente. (Wiggins y Mc Tighe, 2005).

Otro componente importante consiste en decodificar la disciplina. Las disciplinas poseen un código, este código corresponde a cómo está estructurado el conocimiento en una determinada disciplina y a cómo los expertos piensan, lo que lleva a pensar que es necesario que el profesor reflexione en cómo piensa la gente que sabe de Física y cómo se aprende y se resuelven problemas en Física.

Un componente más que apuntala la propuesta de este documento es considerar el diseño de un curso para el aprendizaje significativo. (Fink, 2003). El diseño de un curso forma parte del ambiente de aprendizaje al que está expuesto el estudiante. El profesor debe tomar en cuenta los factores situacionales que impactan el desarrollo del curso, esto es, aspectos relacionados con la condición socioeconómica de los estudiantes, condiciones de infraestructura, disponibilidad de recursos para apoyo a la docencia y el concepto de escuela de nuestros estudiantes, con la intención de partir desde una base que permita un alineamiento entre metas de aprendizaje, actividades de enseñanza y la retroalimentación y evaluación.

La experiencia en el uso de estas teorías acerca de educación de las ciencias ha revelado que es necesario un instrumento de comunicación entre profesor y estudiante. Este instrumento es conocido con el nombre de sílabo. (Felder y Brent, 2010). El sílabo como vínculo entre el profesor y los estudiantes debe ser entregado en la primera sesión del

curso y su diseño debe revelar elementos como información administrativa del curso, el contenido temático, datos del profesor, requisitos de los entregables del curso y sus fechas de entrega oportuna, criterios de evaluación del curso, medidas de apremio y bibliografía, entre otros que se considere necesario hacer saber al estudiante. Una característica esencial de este documento es que hace saber al estudiante la intención pedagógica del profesor en el curso, que es congruente con el diseño de las experiencias de aprendizaje y el establecimiento de roles.

Desde luego que estudiante y profesor deben estar motivados. Contestar la pregunta acerca de qué pasa con la motivación del estudiante requiere incluir la teoría de la motivación, ya que no es posible asumir que la experiencia de aprendizaje por si sola comprometerá al estudiante. Se requieren altas expectativas por parte del que aprende. (Svinicki, 2004).

Conclusión

La formación en Física requiere mejorar el desempeño docente dentro y fuera de las aulas. El diseño de ambientes de aprendizaje eficaces para que profesores y estudiantes convivan alrededor de la problemática que soluciona esta ciencia debe comprender la perspectiva de los cuatro lentes: centrado en la comunidad, centrado en el estudiante, centrado en la evaluación y centrado en el conocimiento, además de soportar esta idea en otros componentes del cuerpo de conocimientos de educación de las ciencias como la motivación, el diseño en retrospectiva, la decodificación de las disciplinas, el uso de un instrumento de comunicación entre profesor y estudiante y un sistema de evaluación mejorado que contribuya a que el estudiante siga aprendiendo mientras es evaluado. El enfoque por competencias en educación impone retos mayores a los profesionales de la

docencia en Física, uno de ellos es la pericia en el estudiante y el otro es la transferencia del conocimiento.

Debo señalar en esta parte final que diseñar un curso que atienda a la forma en cómo la gente aprende ciencias es un trabajo en equipo, este equipo debe estar conformado por profesionales de la Física, quienes poseen el dominio técnico del conocimiento, y de profesionales de la educación, quienes aportarían la planificación didáctica. Así, coincidirían en un diseño, el contenido y lo pedagógico del contenido. En la etapa de madurez de los ambientes de aprendizaje, es necesario incluir en la mejora a otros actores del proceso educativo, como los estudiantes, quienes aportarían sus percepciones y resultados obtenidos en el dominio de las competencias planificadas.

Finalmente, cabe mencionar que futuras líneas de investigación sobre ambientes de aprendizaje para la enseñanza de la Física pudieran tomar en cuenta los siguientes propósitos:

- a). Conocer el costo pedagógico que involucra formar un estudiante desde su dominio actual de los temas relevantes de la Física hasta obtener un nivel de dominio requerido.
- b).- Evaluar ambientes de aprendizaje para la enseñanza de la Física con diferentes combinaciones de pedagogías.
- c).- Contestar a las preguntas: ¿Qué tanto mejora el puntaje obtenido por los estudiantes en las pruebas de dominio de competencias específicas de la Física utilizando diferentes combinaciones de pedagogías educativas en los ambientes de aprendizaje? ¿Qué materiales didácticos pueden contribuir más a la formación por competencias en el estudiante? y ¿Cuáles pueden ser sustituidos en atención a su contribución al dominio de la competencia específica de que se trate y a la economía de recursos?
- d).- Descubrir lo que el profesor de Física piensa sobre el trabajo docente con la intención de proponer mejoras en su práctica cotidiana.

e).- Contestar a las preguntas ¿Cómo aprenden mis estudiantes Física? ¿Cómo generar pericia en el estudiante? ¿Cómo lograr que el estudiante sea competente al grado de poder transferir el conocimiento?

Bibliografía

Ahlberg, A. (2008). Teaching and learning in hard science research environments: views of academics and educational developers. *Higher education Research and Development*, 27, 133-142

Ali, S., Rohindra, D. y Richard Coll. (2008). Student perceptions of a culturally diverse classroom environment. *Research in Science & Technological Education*, 26

Bandiera. M., Dupré, F., Ianniello, F. y Vicentini, F. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 46-54

Barrera, J. (2007). La enseñanza de la Física a través de habilidades investigativas: una experiencia. *Latin-American Journal of Physics Education*. 1, 39-42

Benito, A., Portela, A. y Rodríguez, R. (2006). Análisis de la enseñanza de la Física en Europa: el fomento de competencias generales en estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38, 1-5

Bransford, J., Brown, A. y Cocking, R. (2007). La creación de ambientes de aprendizaje en la escuela. Cuadernos de la Reforma. Reforma de la educación secundaria. México: Secretaría de Educación Pública.

Bransford, J., Brown, A. y Cocking, R. (2000). How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School: Expanded Edition. Committee on Developments in the Science of Learning with additional material from the Committee on Learning Research and Educational Practice. USA: National Academic Press.

Ertl, H. y Wright, S. (2008) .Reviewing the literature on the student learning experience in higher education. London Review of Education, 6, 195-210

Ferreya, A. y González, E. (2000). Reflexiones sobre la enseñanza de la Física universitaria. Enseñanza de las ciencias, 18, 189-199

FONDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD UNIVERSITARIA (Fomec). (1995). Documento de trabajo sobre la enseñanza de la física en las universidades. Buenos Aires: Ministerio de Educación de la Nación.

Fink, L. (2003). Creating Significant Learning Experiences. USA: Jossey-Bass.

Felder, R. y Brent, R. (2010). Effective Teaching: A Workshop. USA: Department of Chemical & Biomolecular Engineering. USA: North Carolina State University.

García, A. (2009). La investigación-acción en la enseñanza de la Física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado. Latin-American Journal of Physics Education. 3, 388-394

Gil, S. (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física. Oportunidades y desafíos. *Educación en Ciencias*, 1, 1-9

Gil Pérez, D. y Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, 155-163

Guirado, A., Olivera, A., Mazzitelli, C. y Aguilar, S. (2010). ¿Cuál es la representación que tienen los docentes acerca de ser un buen alumno de Física y aprender Física? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9, 618-632

García, L. y Fernández, S. (2008). Procedimiento de aplicación del trabajo creativo en grupo de expertos. *Energética*, 2, 15-21

González, E.M. (1994). Las prácticas de laboratorio en la formación del profesorado de física. Tesis de grado. Doctorado en educación. España: Universidad de Valencia.

Hodson, D. (1994). Documento presentado en international conference: thinking science for teaching. The case of physics. Laboratory work as scientific method: thirty years of confusion. Roma: Universidad de Roma La Sapienza.

Lizzio, A., Wilson, K. y Hadaway, V. (2007). University student's perceptions of a fair learning environment: a social justice perspective. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 32, 195-213

Moreno, M. (1989). La pedagogía operatoria. La aplicación de la psicología genética en la escuela. Barcelona: Editorial Laia.

Menikheim, M. y Ruiz de Eguilaz, M. (2008). Nexos entre aula, taller, laboratorio y producto tecnológico. *Memorias II REPEM*, 176-185

Monk, M. (1994). Mathematics in physics education: a case of more haste less speed. *Physics Education*. 29, 209-211

Muñoz-Chápuli, R. (1995). Escribir para aprender: ensayo de una alternativa para la enseñanza universitaria de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 13, 273-278

Palo, P. (1990). Reflexiones sobre la enseñanza de la Física. *Fundación Patascoy*.

Rogers, K. (2009). A preliminary investigation and analysis of student learning style preferences in further and higher education. *Journal of Further and Higher Education*, 33, 13-21

Salinas de Sandoval, J. (1994). Estrategias educativas para la enseñanza de la física en ciclos básicos de carreras científico-tecnológicas. Las prácticas de física básica en laboratorios universitarios. Tesis de grado. España: Universidad de Valencia.

Siviter, J. (1994). Bucking the trend. *Physics Education*, 29, 212-216

Svinicki, M. (2004). *Learning and Motivation in the Postsecondary Classroom*. USA: Anker Publishing Company.

Tolhurst, D. (2007). The influence of learning environments on students epistemological beliefs and learning outcomes. *Teaching in Higher Education*, 1, 219-233

Tobin, K. (1990). Alternative approaches to assessment of practical work in science. *School science review*, 71, 127-131

Vaatstra, R. y De Vries, R. (2007). The effect of the learning environment on competences and training for the workplace according to graduates. *Higher Education*, 53, 335-357

Vermeulen, L. y Schmidt, H. (2008). Learning environment, learning process, academic outcomes and career success of university graduates. *Studies in Higher Education*, 33, 431-451

Villarreal, M., Lobo, H., Gutiérrez, G., Briceño, J., Rosario, J. y Díaz, J. (2002). La enseñanza de la Física frente al nuevo milenio. *Noveno Simposio Nacional de la Sociedad Cubana de Física*. Cuba: Universidad de La Habana.

Wainmaier, C. y Plastino, A. (2008). En búsqueda de una enseñanza que propicie aprendizajes significativos. *Memorias II REPEM*, 407-412

Wiggins, G. y Mc Tighe, J. (2005). *Understanding by Design. What is Backward Design. Expanded Edition*. USA Association for Supervision and Curriculum Development.

Wilson, K. y Fowler, J. (2005). Assessing the impact of learning environments o student's approaches to learning: comparing conventional and action learning designs. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 30, 87-101

Woolnough, B. (1991). *Practical science*. Filadelfia: Editorial Open University Press.

Woolnough, B. (1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. *Phyics Education*, 16, 659-676