

IMPORTANCIA DE USAR TECNOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE FÍSICA MECÁNICA

THE IMPORTANCE OF TECHNOLOGY USE AT THE MECHANICAL PHYSICS LABORATORY

Juan Carlos Cruz Ardila

Universidad de San Buenaventura, Cali (Colombia)

Resumen

En este documento se presenta una reflexión que resulta del análisis de un proyecto de investigación que pretende cambiar la dinámica de los laboratorios de física mecánica. La reflexión inicia con los interrogantes realizados por dos profesores de física que estudiaron el proyecto. Las respuestas a dichas preguntas intentan ser sustentadas a partir de la consulta bibliográfica donde autores de distintas nacionalidades han abarcado la temática desde diferentes perspectivas. Es claro que los docentes del área de la física tengan discrepancias con lo que se pretende desde el proyecto y generen dudas de los alcances del mismo, sin embargo, se ha podido detectar, a través de la consulta bibliográfica, que la problemática del aprendizaje de la física por parte de los estudiantes no es solo local sino que es una situación que se ha generalizado a nivel de países europeos, latinoamericanos y en Estados Unidos. Al final del documento se expresan algunas conclusiones que se orientan a la comprensión de los argumentos presentados a cada uno de los interrogantes.

Palabras clave: Modelo didáctico, TIC, enseñanza de física, laboratorio física

Abstract

This paper presents a dissertation result of the analysis of a research project that aims to change the dynamics of mechanical physics laboratories. It begins with the questions and concerns made by two physics professors who studied the project. The answers to these questions are supported by authors of various nationalities that have covered this topic from different perspectives. It is known that physics teachers have disagreements with what is intended with the research and they present doubts about the scope of it. However, it has been identified that the problem of learning physics by students is not only local but also this is a situation that is widespread on Europe, Latin America and the United States. At the end of the document there are some conclusions that are aimed at understanding the arguments presented to each of the questions.

Keywords: Teaching model, ICT, physical education, physical laboratory

Introducción

El grupo de investigación LEA (Laboratorio de Electrónica Aplicada) del programa de ingeniería electrónica de la Universidad de San Buenaventura Cali (Colombia), está desarrollando la investigación que tiene por nombre “Modelo didáctico y estación de trabajo con Instrumentación electrónica para el desarrollo de laboratorios de física mecánica”, buscando dar respuesta a una necesidad manifiesta en los laboratorios de esta área. Se pretende un mayor interés en los estudiantes por el estudio de la física, a partir del uso adecuado de tecnología en comunicaciones y electrónica, con el propósito que ellos reconozcan el área de física como indispensable en los procesos de formación de futuros ingenieros. Se intenta, con la construcción de un prototipo de laboratorio de física con instrumentación electrónica, desarrollar prácticas en el área de física mecánica, sustentadas en un modelo didáctico que propicie en el estudiante de ingeniería la adquisición de competencias en ciencias básicas acordes con las exigencias y perspectivas del ejercicio profesional.

En el proceso de búsqueda se ha encontrado múltiples interpretaciones y cuestionamientos que se le han hecho al proyecto por parte de dos profesores del área de física encargados de trabajar los temas específicos de la física mecánica en la Universidad de San Buenaventura Cali. Los interrogantes, por parte de los docentes, han estado orientados desde la intervención de las TIC como elemento dinamizador del conocimiento hasta la posible pérdida de rigurosidad científica al intentar cambiar las formas de trabajar las prácticas en el laboratorio. En este artículo se intenta recoger las principales inquietudes hechas por los docentes y a cada una se le ha dado una respuesta sustentada en la investigación teórica elaborada a partir de la revisión de información de autores que han trabajado un problemática similar.

Planteamiento de la situación

Desde el proyecto, que actualmente se encuentra en curso¹, se presenta el siguiente planteamiento: el

¹ Proyecto que ha sido avalado por la Universidad de San Buenaventura Cali al Grupo de Investigación Laboratorio de electrónica aplicada (LEA) en marzo de 2010.

laboratorio de física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Buenaventura Cali, lo conforman equipos y accesorios que encuentran desactualizados tecnológicamente y son poco pertinentes para el normal ejercicio de las prácticas que desarrollan los estudiantes de seis programas de ingeniería, en el área de física mecánica. Sumado a que actualmente, dichas prácticas se ejecutan en unas dinámicas muy ortodoxas que no están en consonancia con los actuales avances de las TIC. Los estudiantes se limitan a repetir mecánicamente el algoritmo descrito en una “guía de laboratorio”, entregada con anterioridad por el profesor sin conseguir una apropiación significativa del conocimiento relacionado con los fenómenos físicos.

Es necesario estructurar y dinamizar las prácticas de laboratorio de física para lograr incentivar y desarrollar en los estudiantes el ejercicio de pensar, de fomentar la creatividad y el ingenio, y además, propiciar el ambiente adecuado para el aprendizaje cooperativo². Las actividades en el laboratorio deben desarrollarse en un contexto social de experiencia compartida, donde el estudiante demuestre su habilidad de aplicar la teoría, se encuentre en nuevas situaciones problemáticas y estimule la expresión o comunicación.

La construcción de un laboratorio de física con instrumentación electrónica pretende la creación de un espacio donde los estudiantes puedan desarrollar experimentos de física mecánica y lleven a cabo mediciones de las propiedades o características de los sistemas físicos, utilizando una estrategia educativa que favorezca la formación técnica y las competencias en áreas de ciencias básicas de la ingeniería. Lo compone un modelo didáctico como mediación que se ajuste a la infraestructura locativa, de instrumentación, disponibilidad de tiempo y componentes básicos de medición; una estación de trabajo, dotada con sensores de movimiento lineal, sonido, proximidad, y movimiento angular, conectados electrónicamente para detectar las diferentes variables susceptibles de ser medidas y que facilitan

² ASCUN en su documento de Políticas y Estrategias para la educación superior de Colombia 2006 – 2010 (pág. 45), plantea como una necesidad la “innovación dentro del aula y a la formación de habilidades en los estudiantes; que, igualmente, ayuden a desarrollar en estos últimos habilidades de creatividad, pensamiento sistémico, trabajo en equipo y exploración (ensayo– error)”.

la construcción de experimentos básicos y; una interfaz gráfica con un software propio que le permita al estudiante realizar un mejor seguimiento de sus actividades, almacenamiento de datos, construcción de gráficos y visualización de comportamientos de las pruebas implementadas.

Desarrollo

Metodológicamente se estableció una dinámica donde los profesores de física³ tuvieron la oportunidad de leer el proyecto y participar en la presentación del mismo. De ese proceso generaron una serie de interrogantes como producto de su lectura juiciosa y la experiencia en el área. Además primó la experiencia, el conocimiento y los imaginarios propios de docentes que tienen varios años trabajando la enseñanza de la física. Dichas preguntas propiciaron una reflexión con elementos comunes y se les dio respuesta con argumentos construidos desde la consulta bibliográfica. Es importante que el desarrollo de este trabajo investigativo esté en coherencia con la forma como los docentes conciben la física y las estrategias por las cuales se aproximan al conocimiento científico de la misma. No se pretende cuestionar el trabajo realizado por los docentes hasta el momento por muchos años y tampoco realizar una comparación de lo que es bueno o malo. Se identifica una problemática de deserción, apatía y poco interés en el estudio de la física, siendo este problema generalizado en países europeos, en Estados Unidos y Latinoamérica. A continuación se presentan cada uno de los interrogantes y seguidamente se le da respuesta.

¿El problema de la comprensión de la Física se centra en el laboratorio?

Basado en el concepto emitido por el profesor Crespo donde plantea que el desarrollo de una práctica de laboratorio es un “Proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, que organiza

³ Los profesores tienen las siguientes características de formación: Gonzalo Becerra es un físico teórico con Maestría en Física y Maestría en Educación que está cursando su estudio de doctorado en la Universidad del Valle y; Walter Magaña es un Licenciado en matemática y física, con especialización en sistemas y está cursando la Maestría de Educación en la Universidad de San Buenaventura Cali.

temporal y espacialmente para ejecutar etapas estrechamente relacionadas, en un ambiente donde los alumnos pueden realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia, a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la comunicación entre las diversas fuentes de información y la solución de problemas con un enfoque Interdisciplinar-Profesional”, (Crespo, et al., 2005). Es necesario darle la importancia que se merece el trabajo en el laboratorio para la comprensión fenomenológica de la física. Claro que, en la construcción del conocimiento de la física, el estudiante tiene que adquirir ciertas habilidades acordes con su formación profesional, como por ejemplo, identificar, generalizar, aplicar, la habilidad de la modelación y experimentación de un objeto de estudio ligado a un fenómeno físico, es decir, para encontrar la solución del problema; el estudiante tiene que realizar algunas acciones necesarias para hacer efectiva la actividad del estudio de la física, como: transformar el objeto de estudio, desarrollar el modelado a través de la representación matemática y realizar la experimentación del modelo matemático del fenómeno estudiado en equipos disponibles en los laboratorios, o usar la simulación numérica del fenómeno a través de la computadora, (Campelo y Marín, 2001) significando que el laboratorio, visto como un espacio donde se tiene la posibilidad de usar equipos para experimentación, no puede estar desconectado de situaciones reales reproducibles en él, de tal manera, que se perfila como mecanismo pertinente para desarrollar comprensión en el área de física por parte de los estudiantes.

¿Las TIC son las que permiten la apropiación del conocimiento o son simplemente otra herramienta didáctica en el proceso enseñanza - aprendizaje?

Una de las finalidades de la educación es propender por la formación de individuos para comprender, crear y participar en la cultura de su tiempo. Las TIC suponen en ese ámbito una nueva forma de organizar, representar y codificar la realidad, son además instrumentos valiosos para lograr un elevado grado de aplicación de los conocimientos adquiridos. El profesional de la enseñanza no puede permanecer ajeno a esta situación, por lo que

debe hacer un esfuerzo en lo que a la actualización tecnológica se refiere una vez superada la posible intimidación que la tecnología puede suponer. Las tecnologías del aprendizaje representan una de las fuerzas renovadoras en los sistemas de aprendizaje y constituyen un elemento clave para el desarrollo de la educación y la formación. (Labori de la Nuez y Oleagordia, 2001).

Marc Prensky ha propuesto una clasificación de los individuos amparada en el uso de la tecnología. Su planteamiento va orientado que la sociedad actual está clasificada en dos grupos totalmente diferenciados. Un primer grupo, cuyas edades no superan los treinta años, se caracterizan por haber nacido en la era digital y por esta razón, tienen un dominio total y conviven a diario con todos los dispositivos que se catalogan como TIC por los teóricos actuales. A este grupo de personas, Marc les denomina los “nativos digitales” y tienen una forma particular de actuar y así mismo de adquirir conocimiento. Por otra parte, un segundo grupo, con edades entre los treinta y cincuenta y cinco años, no nació en la era digital pero, ha hecho su mejor esfuerzo para involucrarse con la tecnología. Esto ha generado en este grupo de personas, necesidades imperantes por el manejo de diferentes aparatos electrónicos pero a través de razonamientos adquiridos en épocas pasadas, lo cual ha generado problemáticas que se visibilizan en su quehacer diario. A este grupo de personas se les denomina, según Marc, “inmigrantes digitales”. Grupo al que pertenecen la mayoría de docentes de las instituciones de educación superior y que hacen un esfuerzo por llevar a sus estudiantes a la comprensión de contenidos a partir de estrategias didácticas que se alejan un poco de las formas actuales en que los estudiantes construyen su propio conocimiento (Prensky, 2001). Esto ha llevado a pensar en el papel de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje y se ha encontrado que

“Los nativos digitales, estudiantes de hoy en día y del mañana, no son los sujetos para los que los sistemas educativos y sus procesos de aprendizaje fueron diseñados. Sus profesores son, en el mejor de los casos, inmigrantes digitales que han hecho el esfuerzo de acercarse a las nuevas tecnologías e intentan enseñar en un lenguaje muchas

veces incomprensible para estos nativos digitales, pudiendo producirse cierto rechazo, o pérdida de atención o de interés. Es lógico pensar que existe el riesgo de brecha entre la cultura de los nativos digitales y aquella que enseñan sus profesores. Los docentes saben menos de la tecnología que sus estudiantes y, en consecuencia, los nativos digitales pueden estar siendo formados en un modo que no es relevante para ellos. La enseñanza “analógica” tradicional no los puede preparar de una forma óptima porque el uso de esas tecnologías es uno de los nexos que los unen y los definen como generación o colectivo. Su nivel de decodificación visual es mayor que en generaciones anteriores, rechazando a veces los modos tradicionales de exposición, solución de problemas, toma de decisiones y otros utilizados en los procesos de educación. Es difícil mantenerlos atentos en una clase tradicional de exposición de contenidos por parte del profesor, porque tienen la percepción de que ese contenido lo pueden consultar en Internet, lo pueden intercambiar entre ellos, localizar otras fuentes, elaborar mapas o visualizaciones. En definitiva, tienden a participar activamente en la construcción de su propio conocimiento. Ante esta situación, o bien los inmigrantes digitales aprenden a enseñar de una manera diferente y más atractiva, o bien los nativos digitales “retroceden” adaptando sus capacidades intelectuales a su entorno de aprendizaje” (García, et. al., 2008).

Es evidente que no solamente con las TIC se logra la apropiación del conocimiento, a pesar que los estudiantes, catalogados por Prensky como “nativos digitales”, tienen altas competencias en el uso de la tecnología pero, es importante involucrarlos, usando un modelo didáctico apropiado, en procesos de comprensión y construcción de conceptos que les permita dar cuenta de manera significativa de cada uno de los campos conceptuales que tiene en su haber como estudiante. Posteriormente en su desempeño a través de trabajos prácticos o exposiciones relacionadas con temáticas propias de la física pueden mostrar un dominio que estará en consonancia con los propósitos de formación planeados por el currículo en el que está inmerso.

¿Sin las TIC es posible la apropiación del conocimiento?

Las recientes teorías del aprendizaje propugnan que el conocimiento es algo que cada individuo reconstruye, y por lo tanto el conocimiento no se adquiere por mera transmisión. En consecuencia se sostiene que las estrategias del aprendizaje más efectivas son las que explotan el principio de aprender haciendo (Labori de la Nuez y Oleagordia, 2001). Pero la importancia de adquirir conocimiento no se enfoca principalmente en el uso de las TIC, ni tampoco se le puede entregar la responsabilidad de formación a las aplicaciones tecnológicas. Para la comprensión de un concepto físico, es necesario conocer su estructura y su funcionamiento que se traduce por la actualización de las relaciones recíprocas existentes entre tres elementos a saber: el modelo físico, el plan fenomenológico de la descripción de la realidad y el aparato matemático formal de la teoría (Campelo y Marín, 2001). Esto, puede estar mediado por las TIC con una construcción coherente de sentido por parte del docente y sus estudiantes. Las TIC per se no se constituyen en el elemento educativo que transforme las maneras de apropiarse del conocimiento, detrás de ellas hay intencionalidades, buenas o malas, que han sido construidas desde lógicas provenientes de seres humanos pensantes.

¿En el modelo didáctico a proponer se van a entregar “guías de laboratorio”?

Primero es necesario hacer claridad que durante el proceso de orientación de la práctica de laboratorio y la ejecución de ésta por parte de los alumnos, tanto éstos como el profesor, se sumergen desde el inicio en todo un proceso mental, de análisis y reflexiones cognitivas y metacognitivas. El profesor, concibiendo cada una de las acciones y procedimientos a realizar por los alumnos para cumplir los objetivos previstos, y los estudiantes, en cómo auto-orientarse y planificar sus propias acciones derivadas de las propuestas hechas por el profesor, elaborando su propia estrategia de aprendizaje, donde se autorregulan a través de las correcciones hechas por otros. De hecho la forma de adquirir el conocimiento físico (y, por

consiguiente así debería ser su enseñanza), es un camino inductivo – deductivo. Específicamente: comenzando por el experimento, es decir, la base fenomenológica, se induce la ley general. Aún así, en un segundo momento, se pasa a la deducción; es decir, comenzando por las presuposiciones teóricas inducidas, se va de lo general a lo particular por medio de un desarrollo teórico – matemático, para obtener como consecuencia de esa teoría, el resultado que experimentalmente desde un principio llevó a la inducción. (Campelo y Marín, 2001). En este orden de ideas, la orientación que ofrece el profesor debe propiciar que la actividad de aprendizaje se erija en unidad subjetiva del desarrollo personal, para ello es necesario que esta posea significación (significado y sentido para el alumno) y se pongan de manifiesto contradicciones que pueden ser resueltas dentro de la zona de desarrollo potencial del alumno enmarcándose en el concepto de Zona de Desarrollo Próximo planteado por Vigotsky (2000)⁴. Si se logra que el sujeto construya de forma consciente, reflexiva y emocional su propia orientación imprimiéndole sentido personal, se puede afirmar, que se ha logrado una orientación personalizada. Generalmente esto ocurre mediante actividades que él mismo selecciona o crea, comunicándose directamente con la sociedad o con sus productos o a través de su pensamiento reflexivo, incorporando lo nuevo y significativo a su experiencia personal. Solamente el desarrollo investigativo permitirá determinar la estrategia necesaria para orientar el trabajo en el laboratorio de los estudiantes a pesar que en la actualidad no existe un consenso entre los docentes en cuanto a materializar la orientación a los alumnos para la práctica de laboratorio, a través de un sistema de orientaciones o guía metodológica impresa o en formato electrónico colocadas en sitios Web de la red Intranet o hacerlo de forma verbal en actividades teóricas de la asignatura formulando situaciones abiertas (Crespo, et. al., 2005).

⁴ Vigotsky presenta su concepto de Zona de Desarrollo próximo (ZDP) como la distancia en el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (Vygotski, 2000).

¿Qué significa apropiación significativa del conocimiento? ¿En qué momento es propicio entregar la guía al estudiante para que se dé una apropiación significativa del conocimiento?

Una apropiación significativa del conocimiento es poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento en cuanto a un tema, por ejemplo, explicarlo, encontrar evidencia y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representarlo de una manera nueva. Así mismo, si un estudiante “conoce” la física newtoniana en el sentido de poder aplicar las ecuaciones a problemas rutinarios de texto, no se podría estar convencido que realmente comprende la teoría. Pero, suponga que el estudiante puede encontrar ejemplos en su experiencia diaria. Suponga además que el estudiante puede establecer hipótesis que ilustran la teoría. (Imagine a unos astronautas en el espacio en una guerra de bolas de nieve ¿qué pasaría si lanzan las bolas de nieve y éstas les pegan?). En la medida en que el estudiante maneje más efectivamente una variedad de actividades que requieran pensamiento acerca de las Leyes de Newton, se podría afirmar que realmente la comprenden y por tanto existe una apropiación significativa del conocimiento (Perkins y Blythe, 1994). Es así como, Armando Zambrano L., manifiesta que en el momento que una “persona adquiere una sensibilidad y no se limita a practicar solamente lo que sabe sino que hace de dicho saber un modo de vida. La formación es una actitud y una disposición que una adquisición exclusivamente técnica” (Zambrano, 2008).

¿La apatía de los estudiantes hacia la Física obedece a la falta de una Estación de Trabajo?

Es pretensioso pensar que se logrará, con una estación de trabajo que tenga instrumentación electrónica, eliminar la apatía de los estudiantes hacia la física. Pero, si es claro que los estudiantes demandan procesos de enseñanza más acordes a su realidad contextual. Bachelard señaló con toda claridad setenta y dos años atrás: «Me ha sorprendido siempre que los profesores de ciencias, en mayor medida, si cabe, que los otros, no comprendan que

no se comprenda (...) No han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega a la clase de física con conocimientos empíricos ya constituidos: se trata, pues, no de adquirir una cultura experimental, sino más bien de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana» (Gil Perez, et. al., 1993). Hoy día, con el auge de las tecnologías en informática y comunicación, se percibe un estudiante que tiene una visión de realidad muy distinta a sus antecesores, sus necesidades y comportamientos no son tan estáticos en el tiempo y por tanto, la solución de problemas se lleva a cabo por procedimientos que no son concatenados cronológicamente. Su proceder y conocimiento se apoya en lo sensorial, de aquí, la experimentación y la validación (funcionamiento) va ligado de los conceptos teóricos para verdaderamente ser aprehendidos.

¿Qué es un laboratorio con instrumentación electrónica?

Un laboratorio con instrumentación electrónica está pensado como un espacio que involucra varias disciplinas, entre ellas, la electrónica, informática, el diseño industrial, la automática y ciencias como la física y la matemática. En él se conjugan los diferentes saberes para construir un entorno que facilite el trabajo de experimentación, adquisición y procesamiento de datos de proyectos, en este caso, relacionados con física mecánica. Se busca construir un entorno donde el estudiante, a partir de un estudio ergonómico y antropométrico, se sienta cómodo en su espacio y de alguna manera se identifique con éste. Así mismo, la electrónica y la informática, le ofrecerá la posibilidad de usar sensores, transductores, sistemas de adquisición de datos que rápidamente podrán ser procesados con el propósito de tener resultados más eficientemente y así verificar las hipótesis planteadas en cada uno de sus proyectos. En general, el laboratorio se presenta como un espacio que el estudiante identifique como algo donde, de manera libre, pueda desarrollar comprobaciones de acuerdo a teorías que previamente ha estudiado con sus docentes, cumpliendo con los requerimientos tecnológicos que en la actualidad hacen parte del quehacer de cada uno de los discentes.

En la forma como se llevan a cabo las prácticas de laboratorio en el momento actual, ¿de qué competencias adolece, no tiene, no se apropia el estudiante?

Realmente el laboratorio no se debe visualizar solo de una manera instrumental donde se pretenda que los estudiantes adquieran ciertas competencias que estén proclives a su formación profesional, especialmente cuando la organización académica típica responde a las necesidades de las profesiones. El profesor Zambrano manifiesta que el aprendizaje de una persona en la universidad está sujeto a necesidades propias del mercado laboral, inscritas en demandas y realidades del mundo de las profesiones; de aquí que el término más empleado actualmente es el de competencia para referirse a las capacidades, habilidades y destrezas que le permitan desempeñarse en un determinado contexto, siendo este último de tipo laboral en la mayoría de los casos. Adicionalmente, considera que las modalidades académicas obedecen a la lógica del modelo de la profesión siendo reforzadas en la transmisión de sus habilidades y destrezas antes que en un modo de pensar, constituyéndose en expresiones reales del mundo de la producción. Señala así, que el mayor agravante es que la enseñanza de las universidades no es derivada de procesos investigativos, que los sujetos que participan no gozan del estatuto de “sujetos de saber”; siendo los procesos de aprendizaje acumulación más que racionamientos críticos. “Los modos de saber, su transmisión y reproducción están alejados, desconectados e inmersos en una lógica de consumo” (Zambrano, 2008).

Paralelo a lo anterior, los expertos plantean “que actualmente el capital del conocimiento instalado en las distintas disciplinas se multiplica por dos cada cinco años. Esto es lo que hace absurdo formar profesionales muy especializados en áreas específicas, porque a mayor especialización mayor es la caducidad del conocimiento. La tendencia es que el profesional tenga ahora el *know why*, esto es, que sea capaz de explicarse por qué ocurren las cosas; el *know what*, esto es el qué ocurre en su dimensión más descriptiva; el *know how*, que es una competencia asociada a las prácticas, y el *know who*, puesto que hoy el conocimiento está en redes, y lo importante para el profesional es saber quién lo tiene y dónde

está” (Corvalan y Hawes, 2006), siendo esta dinámica propicia para formular estrategias de tipo didáctico que se deriven en acciones propias del quehacer docente pero en consonancia con los propósitos de formación de los programas de estudio.

En una escala universal, ¿los físicos e ingenieros que se graduaron antes de poner en marcha esta novedosa propuesta (Estación de trabajo + modelo didáctico) no alcanzaron la formación pertinente en el contexto nacional e internacional?

Es difícil comparar dos momentos de educación distintos, especialmente cuando han estado mediados por los avances tecnológicos. Lo que sí es evidente es que las transformaciones culturales, económicas y ambientales han ocasionado un cambio substancial en la forma de actuar de los individuos de las sociedades presentes. Los retos de un ingeniero hace cincuenta años son muy distintos a los actuales, especialmente cuando se han desarrollado elementos de cómputo que simplifican el trabajo de diseño. La pertinencia de la formación está asociada con las situaciones sociales del momento y que exigen el desarrollo de habilidades y destrezas propias a un contexto inmediato. Sería un buen ejercicio poder traer un ingeniero del pasado y ubicarlo ante una situación problemática actual. Observar sus desempeños, razonamientos y formas de actuar; los tiempos empleados y el uso de herramientas. Quizá logre la solución de una manera ortodoxa pero pasará dificultades para lograrlo. Un ingeniero actual, llevándolo al pasado, quedará privado de toda posibilidad de actuar para lograr una solución a un problema planteado, especialmente porque sus herramientas de trabajo no existirán y su dinámica de razonamiento será más veloz que la situación tecnológica que lo rodeará en ese momento. En este caso, no se podría hablar que este ingeniero no tenga la formación adecuada, simplemente no hace parte de su contexto cotidiano.

En términos generales, pensar que no se debe transformar las maneras de aproximarse al conocimiento es un pensamiento simplista que redime el uso de la tecnología a una acción meramente funcional de almacenamiento de datos y no para propender por

la versatilidad y confrontación de estructuras de pensamiento alrededor del mundo y la velocidad que permiten las diferentes redes de comunicación.

¿Por qué se afirma que las actuales prácticas de laboratorio no tienen estructura, ni tampoco son dinámicas? ¿Cuándo una práctica tiene estructura? ¿Cuándo es dinámica?

Quizá un análisis exhaustivo de las prácticas de laboratorio lleva a concluir que están debidamente estructuradas y tienen un componente cognoscitivo importante, pero, un análisis riguroso del ejercicio directo de las prácticas de laboratorio permitiría concluir que es un proceso disgregado, carente de racionamiento científico y limitado en comprensión fenomenológica por parte de los estudiantes que participan.

Una práctica es dinámica cuando moviliza diferentes aspectos que conlleven a una participación plena de los estudiantes y no se centren simplemente en obtener datos en un experimento repetitivo. El dinamismo se puede evidenciar en la solución de un problema concreto que demande la aplicación de conceptos físicos y a su vez promueva en los estudiantes la construcción de su propio prototipo de prueba a partir de elementos básicos de medición que se suministren en el laboratorio.

¿Las prácticas de laboratorio tradicionales no se desarrollan en un contexto social? Actualmente se forman grupos de 4 estudiantes, toman las medidas conjuntamente, se colaboran mutuamente, entregan un solo informe, se comunican, comparten información, se le plantean situaciones nuevas para indagar en el ítem de preguntas

En este sentido es válida esta afirmación y coherente con los planteamientos del profesor Crespo, el cual manifiesta que:

“La práctica de laboratorio es un proceso de enseñanza-aprendizaje administrado

por el profesor, que como resultado de las relaciones sociales entre los sujetos que participan: *alumno-profesor-especialistas-alumno-fuentes de información*, se ejecuta de modo sistémico a través de una metodología que lo organiza por etapas, tanto en el plano instructivo (*objetivos*) por la adquisición de las habilidades intelectuales y manuales que se forman al capacitar al alumno para investigar, hacer ciencia y resolver el encargo social mediante la solución de la una situación problemática (*Problema*) concientizada al actuar sobre el *objeto de estudio*; como en el plano educativo apropiándose de toda una cultura social en correspondencia con el contexto histórico cultural en que ocurre, implícita en la interacción con las fuentes de información relacionadas con el *Contenido* de la actividad; expresada en la participación colaborativa, activa y consciente de los alumnos con la aplicación de *Métodos* que motiven y despierten el interés, por la asignatura y la profesión, organizado y planificado en espacio y tiempo, observando estructuras organizativas (*forma*) a partir de los *Medios* (recursos materiales, humanos e informáticos) puestos a disposición de la dinámica de la actividad, determinada por las relaciones causales entre los componentes descritos, y de ellos con la sociedad, que expresados en el comportamiento del alumno en la ejecución de la práctica de laboratorio y la comunicación del informe técnico donde muestra los *resultados* obtenidos, conlleva a la *Evaluación* final de la práctica de laboratorio con independencia de controles parciales que conllevan a la regulación del aprendizaje. Es por tanto, una actividad docente manifestada como proceso, donde están presentes cada uno de los componentes personales: alumno-profesor, y no personales: problema, objetivos, objeto de estudio, medios, formas, métodos, contenido y la evaluación, en continua y sistemática retroalimentación”.

(Crespo, et. al., 2005)

Pero el problema va más allá de proponer un trabajo en grupo. Los hechos indican que las intencionalidades docentes alrededor de la práctica de laboratorio

no se ejecutan totalmente. Se evidencian situaciones donde la práctica se transforma en una división del trabajo cuyo enfoque principal es la elaboración del informe a partir de los datos tomados en el ejercicio práctico. Casualmente los estudiantes se rotan el trabajo del informe y presentan documentos altamente elaborados pero sin evidencias que le permitan al docente construir una concepción clara del aprendizaje logrado en sus estudiantes, especialmente si comprendieron la temática como un constructo global.

¿Se deben plantear dos modelos didácticos, uno para el laboratorio y otro para la enseñanza de la física? ¿Son el mismo modelo? ¿El modelo para el laboratorio resuelve el problema de la enseñanza de la física?

En este proceso no se trata de afrontar por separado la instrucción de la física mecánica que se hace en el aula (teoría) con lo que se desarrolla en el laboratorio (práctica). Se supone que el laboratorio es el espacio donde el docente y sus estudiantes realizan la verificación teórica de los fenómenos estudiados en el aula. Por esta razón es inocuo construir un modelo para que el aprendizaje se evidencie crítica y significativamente en los estudiantes, independiente si el trabajo se hace en el laboratorio o en el aula donde se imparte la “enseñanza de la física”. Castiblanco plantea la existencia de dos obstáculos para la enseñanza de la física en un ámbito que genere pensamiento crítico y reflexivo. El primero es de tipo ideológico en donde el estudiante no le encuentra sentido al estudio de un conjunto de teorías y formulas que se inventaron los científicos y que por lo tanto solo le sirven a los científicos, no al común, y estudiantes que no se ven como futuros científicos y que buscan para su futuro algún campo que no tenga que ver con matemáticas y ciencias exactas. El segundo obstáculo, es de tipo circunstancial y epistemológico, en donde la educación a nivel básico y medio tiene como objetivo “formar personas” que se requiere sean críticas, autónomas, capaces de generar cambios en la sociedad y en sí

mismos, de manera que la gran pregunta es cómo contribuir a dicha intensión desde la enseñanza de la física, frente a lo cual planteamos una posibilidad que tienen que ver con el desarrollo mismo de la persona en aspectos como la autoestima, los efectos de sus actos, su capacidad de creación y reflexión, hasta el mismo análisis del impacto de los desarrollos científicos en la cultura humana. (Castiblanco y Vizcaino, 2006). Es un gran reto que se debe afrontar, quizá ha habido muchos intentos que están debidamente documentados, pero no se puede olvidar que la educación es dinámica y demanda estar al ritmo de los avances tecnológicos y las transformaciones sociales.

¿El problema de los laboratorios radica en el procedimiento para la toma de los datos experimentales? ¿Se tiene claridad en el concepto de “la medida en física” y su tratamiento?

La preocupación por el concepto de la medición ha sido un asunto que décadas atrás ha involucrado la formación de los ingenieros. Es claro que los desarrollos de ingeniería están ligados sustancialmente con dimensiones, precisiones y exactitudes que intrínsecamente deben acompañar los diseños. Actualmente el desarrollo de los sistemas de procesamiento de datos, simuladores y software de tipo aplicado en ingeniería ha permitido que los ingenieros tengan certeza sobre las magnitudes físicas que se relacionan con sus proyectos, entregando confiabilidad y alto porcentaje de certidumbre en cada uno sus diseños. Esto, no significa que desde la academia se debe dejar de lado la conceptualización en medición y el tratamiento que esta deba tener para lograr resultados acorde con la realidad teórica que la circunda. Es necesario que los estudiantes actuales de facultades de ingeniería se involucren simbióticamente con el uso de herramientas tecnológicas que permitan una comprensión más asertiva de la realidad que lo circunda. Hoy en día los estudios relacionados con la medición pueden hacerse en un ambiente mediado por lo tecnológico sin afectar los conceptos teóricos que ratifican una u otra ley física.

¿En qué fallan Pasco, Leybol y los grandes diseñadores y constructores de equipos de laboratorio de alta precisión y aplicación de avanzadas tecnologías? ¿Cuál es la solución innovadora en este proyecto?

Desde la perspectiva del autor de este artículo, se considera que no es posible competir con grandes diseñadores y constructores de equipos de laboratorio de alta precisión y aplicación de avanzadas tecnologías como se menciona pero, si es claro que el proyecto busca como solución innovadora, a través de un modelo didáctico y utilizando una estación como elemento dinamizador de las acciones de los estudiantes, transformar las maneras de aproximarse al estudio de la física mecánica por parte de docentes y estudiantes. Es poder demostrar que el estudio de la física en las instituciones de educación superior se puede desarrollar holísticamente entre teoría y práctica y no de manera disgregada donde los

Conclusiones

El concepto de los profesores de física es importante cuando manifiestan su preocupación por el aprendizaje y la comprensión. Lo tecnológico no puede desplazar la parte humana del proceso de enseñanza – aprendizaje y, mucho menos, la oportunidad de generar diálogo entre docente y discente que se oriente a la construcción de conceptos.

El espacio de laboratorio debe ser un lugar donde la tecnología y la rigurosidad científica de la física se integren para lograr que los estudiantes tengan una postura crítica ante el conocimiento aprehendido y, por tanto, le den un valor de significancia a los desarrollos propuestos por el docente del área.

Es vital el reconocimiento por parte de las directivas de los programas de ingeniería y los docentes, que la enseñanza de la física debe tener integrado el trabajo en el laboratorio con las clases magistrales. Que el aprendizaje se vuelve significativo en la medida que los estudiantes puedan transformar en palabras

momentos teórico, prácticos de papel y prácticos de laboratorio van por separado.

También es claro, tal como lo manifiesta el profesor Crespo, que en la actualidad el equipamiento de laboratorio ha evolucionado tanto que se ha tecnificado, ha quedado atrás el tiempo en el que había que pensar más en el montaje experimental que en el fenómeno físico que se estudiaba. Al profesor le debe llevar poco tiempo montar las prácticas de laboratorio, cuando disponga de los recursos necesarios, los materiales sean fiables y los instrumentos de medición exactos, disminuyendo las fuentes de errores, logrando correspondencia entre los resultados de las medidas y la predicción de la teoría. No obstante, se requiere de los docentes y del personal técnico encargado conocer al detalle cómo es que funciona cada montaje experimental y equipamiento para entender el porqué de los resultados obtenidos (Crespo, et. al., 2005).

y en hechos cada uno de elementos teóricos que se discuten con el docente.

Las TIC se constituyen en un conjunto de herramientas que deben ser enfocadas en el fortalecimiento del trabajo individual y grupal de los estudiantes. Deben permitir el diálogo permanente con el docente por fuera del aula, pero no constituirse en pretexto para abandonar la responsabilidad y función formativa que a cada actor del proceso le corresponde.

Es claro que la tecnología ha propiciado diferentes formas de acercarse a la información y por ende ha generado alternativas diversas para la construcción de conocimiento pertinente en una sociedad que cambia velozmente. No aceptar que la aplicación de tecnología en los laboratorios de física mecánica redunde en la creación de un ambiente de aprendizaje incluyente, es un pensamiento simplista e incluso reduccionista de las potencialidades que tiene el uso de la tecnología en los procesos de formación de los discentes actuales (catalogados como nativos digitales).

Referencias

- Campelo, A. José R. y Marín A., José. (2001). Un sistema didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la física. *Revista Brasileira de Enseñanza de la Física* (on line). Vol. 23, N° 3. Rio de Janeiro, pp. 329-350.
- Castiblanco, O. y Vizcaino D. (2006). Pensamiento crítico y reflexivo de la enseñanza de la física. *Revista Colombiana de Física*, Vol. 38, N° 2, Bogotá, pp. 674-677
- Corvalan, V. Oscar y Hawes B., Gustavo. (2006). Aplicación del enfoque de competencias en la construcción curricular de la Universidad de Talca, Chile *Revista Iberoamericana de Educación*. Vol. 40, N° 1. Chile, pp 1-17
- Labori de la Nuez, Bárbara y Oleagordia A., Iñigo (2001). Estrategias educativas para el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Iberoamericana de Educación*, pp. 1-17.
- Prensky, Marc (2001). *Digital natives, digital Immigrants*: MCB University Press. Vol. 9, N° 6. Bradford, pp. 1-9.
- Perkins, David y Blythe, Tina (1994). Putting understanding up-front. *Educational Leadership*. Vol. 51, N° 5, Boston, pp. 4-7.
- Zambrano L., Armando. (2008). Formación y Autonomía, tensiones en las modalidades académicas típicas. *Revista Colombiana de Educación Superior*. Vol. Año 1, N° 0. Cali, pp. 1-18.
- Gil P., Daniel y Guzman O., Miguel (1993). Enseñanza de las ciencias y la matemática. *Tendencias e Innovaciones: Organización de Estados Iberoamericanos*. Editorial Popular. ISBN: 8478840923, pp. 10-14.
- Vygotski. Lev (2000). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Serie Biblioteca de bolsillo ISBN 8484320464. Barcelona, pp. 123-130.
- García, Felipe [y otros]. (2008). Nativos digitales y modelos de aprendizaje. IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables (Conferencia). Organización de Estados Iberoamericanos. País Vasco, pp. 1-11.
- Crespo M., Elio J. [y otros]. (2005). Taller Iberoamericano de la enseñanza de la física universitaria. Monografias.com. La habana. Fecha consulta 25 de junio de 2010. Tomado del sitio WEB: <http://www.monografias.com/trabajos29/practicas-laboratorio/practicas-laboratorio.shtml>.

Sobre el autor

Juan Carlos Cruz Ardila

Ingeniero Electricista, Universidad del Valle, Cali (Colombia), Magister en Educación, Universidad de San Buenaventura, Cali (Colombia), Candidato

a Magister en Ingeniería, Universidad del Valle. Profesor Tiempo Completo de la Universidad de San Buenaventura, Cali (Colombia). jccruz@usbcali.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.