

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC

Reflections on Didactics of Physics Based on Laboratories and the Use of ICTs

Réflexions sur la didactique dans physique d'après les laboratoires et l'usage des TIC

Juan Carlos Cruz Ardila

Ingeniero Electricista. Universidad del Valle
Especialista en Investigación Educativa. Universidad de San Buenaventura, Cali
Magíster en Educación. Universidad de San Buenaventura, Cali
Candidato a Magíster en Ingeniería. Énfasis Automática. Universidad del Valle
Correo: jccruz@usbcali.edu.co

Vanesa Espinosa Arroyave

Ingeniero Industrial. Universidad Santiago de Cali
Especialista en Finanzas. Universidad del Valle
Candidato a Magíster en Educación. Universidad de San Buenaventura, Cali
Correo: vespinosa81@gmail.com

Tipo de artículo: Reflexión derivada de investigación
Recepción: 29-07-2011
Revisión: 29-11-2011
Aprobación: 5-12-2011

Contenido

1. Introducción
2. Reflexiones sobre la didáctica en física
3. Las TIC en la física
4. La V de Gowin como estrategia didáctica aplicable en física
5. Conclusiones
6. Lista de referencias

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Resumen. Se presenta una reflexión relacionada con la didáctica en física tomando como espacio de aprendizaje el laboratorio y las TIC. El trabajo se inscribe en una triada que busca puntos de encuentro para formular elementos que aporten en la construcción de un modelo didáctico para la enseñanza de la física. Se analizan los planteamientos de aplicaciones didácticas que buscan un aprendizaje significativo de los estudiantes en física básica; describe propuestas que usan TIC para lograr una mayor aprehensión del conocimiento, y señala aspectos de la Teoría de la V de Gowin en el desarrollo de prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica válida para lograr aprendizaje significativo de la física básica. Muestra avances, dificultades y tendencias en los modelos didácticos utilizados en los últimos años para la enseñanza de la física, hallando una evolución desde el modelo conductista hacia el constructivista.

Abstract. A reflection on the didactics used in physics having as learning scenario the laboratories and the ICTs is presented. The work belongs to a triad that search convergent points to formulate elements that contribute to the construction of a didactic model for the teaching of physics. The proposals of didactic applications intended for the achievement of a significant learning of the basic physics students are analyzed; proposals that use ICTs to achieve appropriation of knowledge at a higher extent are described, and are covered aspects belonging to Gowin's V theory in the development of laboratory practicals as a didactic strategy which is valid for the achievement of significant learning of basic physics. Are shown advances, difficulties and tendencies in the didactic models used in the last years for the teaching of the physics, finding an evolution based on the behaviorism model towards the constructivism.

Résumé. On présente une réflexion par rapport à la didactique en physique en utilisant comme espace d'apprentissage le laboratoire et les TIC. Le travail est inscrit dans une triade qui cherche points de convergence pour formuler des éléments qui apportent dans la construction d'un modèle didactique pour l'enseignement de la physique. On analyse les propositions d'applications didactiques qui cherchent un apprentissage significatif des étudiants dans physique de base; on décrit des propositions qu'utilisent TIC pour réussir une appropriation de la connaissance, et on montre des aspects de la théorie de la V de Gowin dans le développement de pratiques de laboratoire comme une stratégie didactique valable pour réussir apprentissage significatif des étudiants dans physique de base. Nous montre des progrès, difficultés et tendances dans les modèles didactiques utilisés pendant les dernières années pour l'enseignement de la physique, en trouvant une évolution d'après le modèle behavioriste vers le constructiviste.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

1. Introducción

La enseñanza de la física y en especial la apatía, el nivel de repitencia y deserción de estudiantes de los cursos básicos de física en educación superior, son temas que preocupan a diversos investigadores de diferentes instituciones tanto en el ámbito nacional como internacional. El grupo de investigación *Laboratorio de Electrónica Aplicada* (LEA) de la Universidad de San Buenaventura, Cali, está desarrollando un proyecto de investigación que fue aprobado en convocatoria interna y tiene como título *Modelo didáctico y estación de trabajo con instrumentación electrónica para el desarrollo de laboratorios de física mecánica*.

Este proyecto busca construir un prototipo de laboratorio de física con instrumentación electrónica para desarrollar prácticas en el área de física mecánica, sustentadas en un modelo didáctico que propicie en el estudiante de ingeniería de la Universidad de San Buenaventura, Cali, la adquisición de competencias en ciencias básicas acordes con las exigencias y perspectivas del ejercicio profesional.

Para el desarrollo del proyecto se parte de una hipótesis importante que está asociada con el interés y nivel de desempeño que tienen los estudiantes en el uso de aparatos tecnológicos, tales como ipad, iphone, tablets, portátiles y celulares de última generación que son empleados en comunicación, entretenimiento y estudio, pero que infortunadamente se han potenciado muy poco para lograr aprendizaje significativo en áreas como la física a nivel latinoamericano, especialmente porque existen docentes que mantienen su metodología ortodoxa y poco aportan a construir transiciones importantes que propendan por estrategias didácticas que estén acordes con el desarrollo de habilidades propias de los jóvenes actuales¹.

Es así como se elabora una reflexión de la triada: didáctica en física, la aplicación de las TIC y la teoría de Gowin² para ser utilizada en el desarrollo

¹ Es interesante conocer los resultados del trabajo de Agudelo y García (2010).

² En 1977 Bob Gowin presentó la creación de esta herramienta heurística en forma de "V" como medio para representar los elementos implicados en la estructura del conocimiento. Inicialmente fue desarrollado para ayudar a clarificar la naturaleza y los objetivos del trabajo de laboratorio de ciencias (28) y, posteriormente, para decodificar el conocimiento "empaquetado" en artículos de investigación y su proceso de producción, en cualquier área.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

de prácticas de laboratorio y fomentar el trabajo investigativo en los estudiantes. Metodológicamente se revisó lo concerniente a aplicaciones relacionadas con el tema y sus efectos en los laboratorios de física. Se tomó como punto de referencia temporal lo acontecido en los últimos 10 años, período de tiempo suficiente para observar cambios en las tendencias y los resultados de las aplicaciones relacionadas con el desarrollo de los laboratorios de física básica en instituciones de educación superior. La búsqueda de información se realizó en tres tipos de fuentes: bibliotecas, centros de documentación e Internet. A partir de allí, se llevó a cabo una revisión bibliográfica de libros, revistas especializadas y publicaciones electrónicas colombianas y extranjeras revelando las principales ideas de sus autores con el propósito de dilucidar elementos esenciales que aporten en la construcción del modelo didáctico de la enseñanza de la física desde los ámbitos didácticos, el uso de las TIC y la aplicación de una herramienta heurística como lo es la V de Gowin.

2. Reflexiones sobre la didáctica en física

La didáctica de la física, relacionada con los asuntos de enseñanza y aprendizaje, tiene como fin el orientar los procesos de pensamiento que conllevan a la adquisición de conocimientos propios de la física. No debe ser entendida como "un conjunto de actividades que rompen la rutina del aula de clase, divierten a los estudiantes o les dan un momento de esparcimiento y relajación" (Auzaque, Contreras, & Delgado, 2009), es decir, que no consiste en inventar estrategias facilistas y sin objetivos, esta debe aparecer cuando el docente piensa en su quehacer para que los estudiantes manejen e implementen temas de física, sabiendo las dificultades que esto trae.

Tal como lo plantea Pulido (2009), este proceso no se lleva a cabo en una sola dirección, contrario a los imaginarios actuales; la didáctica de la física indaga y profundiza en dos sentidos: en los conocimientos del área por parte del profesor y la forma de impartirlos y los procesos de apropiación por parte del estudiante. Una actividad en que se ve inmerso el profesor que planea muy bien sus clases, es observar bajo otros puntos de vista (otras situaciones físicas), los conceptos que comprendió de la lectura, pero que al reflexionar sobre su validez, pueden tener debilidades o errores, o simplemente no ser válidos para determinadas situaciones que se planteen en el aula. Esto conduce lógicamente al profesor, a hacer una epistemología propia del tema, al preguntarse por la pertinencia de las ideas que él genera en su mente. Es así como "la manera como el profesor desarrolla su clase,

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

determinará qué imagen de ciencia el estudiante puede tener y acceder, también qué procesos de pensamiento, podrá llevar a cabo en este" (Pulido Mendez, 2009).

Las investigaciones por parte de varios autores (López, 2002), (García Sastre, Insuasti M., & Merino, 1999), (Gil Pérez et.al,1999), (Campelo Arruda & Marin Antuña, 2001), (Ubaque Brito, 2009), se han centrado principalmente en la construcción de propuestas para que los estudiantes orienten su estudio en la comprensión de los fenómenos propiamente y no el desarrollo matemático en el que muchas veces se ven expuestos. Infortunadamente existe una concepción errada por parte de los discentes de física respecto a la dificultad de su comprensión, especialmente cuando consideran que no tienen las herramientas matemáticas pertinentes y esto ha generado actitudes conducentes a aumentar los índices de deserción y repitencia. Así mismo, se ha podido determinar que la enseñanza de la física continúa siendo muy conductista (Kurki-Suonio & Hakola, 2007), donde el profesor se concentra en trabajar la teoría programada para la clase y procede concomitantemente a realizar ejercicios de lápiz y papel dejando de lado la verdadera comprensión de los fenómenos.

Lucero y otros (2006) escriben sobre el tema de la enseñanza de física en el ciclo básico universitario y concuerdan en dos grandes propósitos: primero, brindar a los estudiantes los sólidos conocimientos de la disciplina para poder abordar las problemáticas específicas de un campo profesional determinado y absorber las nuevas tecnologías que vienen y que vendrán, en la sociedad cambiante del mundo moderno y, segundo, desarrollar habilidades para el funcionamiento autónomo en los estudios científicos y en la resolución de problemas prácticos inherentes a cada profesión. Bajo esta perspectiva, este autor plantea que en los últimos años se han realizado pruebas de implementación de diversos métodos en los laboratorios de física tratando de cumplir estos propósitos, y además de ello, enfrentar imaginarios que se encuentran dentro de los trabajos prácticos.

En general, dichos imaginarios se relacionan con que los estudiantes trabajan problemas en las clases buscando afanosamente fórmulas que los conduzcan a los resultados correctos; también, los estudiantes trabajan en el laboratorio en forma automática, operando correctamente dispositivos, pero fracasan cada vez que deben analizar los fenómenos involucrados en la experiencia.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Gil y otros (1999) en su documento expresan una problemática que desde hace algunos años se ha venido presentando en los cursos básicos de física. Consideran que "la pretensión del profesor es que el estudiante vea con claridad el camino a seguir". Es decir, se le inhibe la posibilidad al estudiante de realizar un planteamiento problemático, ocasionando consecuentemente que puedan "aprender la solución y repetirla ante situaciones prácticamente idénticas, pero no aprenden a abordar un verdadero problema", y cualquier pequeña variación les supone dificultades insuperables que se reflejan en el uso no significativo de datos, fórmulas e incógnitas y, muy comúnmente, el abandono. Su propuesta se orienta a que debe existir una relación entre prácticas de laboratorio, problemas de lápiz y papel y aprendizaje conceptual, al contrario de trabajarlas por separado, donde cada una pretende objetivos diferentes, como comúnmente se da en muchas instituciones educativas. Finalmente sugieren una revisión de la evaluación del aprendizaje de la ciencia y consideran fundamental hacer una reestructuración a los mecanismos que se están empleando y por tanto ser más coherentes con la actividad educativa.

Una propuesta de tipo didáctico trabajada por Ubaque Brito (2009) y Douglas de La Peña y otros (2006) plantean la importancia de fortalecer el lenguaje en la física y manifiestan que siempre

Ha existido un lenguaje de comunicación entre la comunidad científica y la física misma, el cual ha permitido desarrollar las ideas que explican coherentemente un fenómeno, entendiéndolo desde el análisis teórico o desde la actividad experimental. Tal lenguaje en general es asociado a las matemáticas. Este hecho trae consigo efectos negativos en la comprensión del fenómeno por parte del estudiante, ya que ha visto la física como una ciencia abstracta y difícil, la cual solo es necesario aprobar.

La idea principal de la propuesta consiste en cómo orientar la actividad del discente en función del aprendizaje de la física con significado y sentido personal, usando el lenguaje simbólico de la disciplina como instrumento. Las actividades se orientan a la apropiación de conocimientos, desarrollo de habilidades y valores en el contexto de la enseñanza de la física que contribuyan a su desarrollo cultural e integral. El docente debe reconocer la importancia que tienen las preconcepciones del estudiante y la manera como ellas se relacionan con la teoría que se trabaja en las aulas. En este trabajo se propone que el maestro trabaje cinco elementos básicos, derivados del modelo constructivista:

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

- Uso de las preconcepciones
- Realizar actividades introductorias
- Dar a conocer el fundamento teórico
- Trabajo experimental
- Actividades de cierre o finalización

Lo que se pretende al final de esta metodología es incentivar en el estudiante una evolución conceptual que promueva y resuelva conflictos conceptuales mediante la explicitación y el contraste de distintos modelos en donde el docente debe hacer evidente los procesos de transformación y de conversión que se requieren para identificar los alcances y límites de un concepto en lugar de pensar en erradicarlos de su sistema cognitivo. Tal como lo establece Tamayo Alzate (2006).

Lucero y otros (2006) consideran que un elemento fundamental para el avance y mejoría de los procesos pedagógicos en los laboratorios de física es entender que no solamente se puede abordar la resolución de problemas desde una mirada cuantitativa, también es necesario vincular procesos reflexivos que permitan un análisis cualitativo y un dominio empírico para alcanzar la comprensión del modelo matemático (Pietrocola, 2002), el cual exige una lectura comprensiva del enunciado del problema, para poder identificar cuál es el problema real y el área de conocimientos pertinente; involucra un análisis epistemológico de la situación en estudio, a la luz de las teorías y principios que sustentan el fenómeno; es ahí donde radica su potencialidad para provocar aprendizajes significativos.

Dentro de los procesos didácticos, el uso del experimento, se constituye en herramienta esencial para la enseñanza y comprensión de la física. Autores como Fonseca, Hurtado, Lombana y Ocaña (2006), Ubaque (2009) y Flores, Caballero Sahelices y Moreira (2009) catalogan el experimento como una herramienta importante que posee la didáctica en la física, siendo una parte esencial y fundamental dentro del proceso de la enseñanza debido a que le proporciona al estudiante un pensamiento más creativo y una confianza por la investigación científica, lo cual le permitirá descubrir y comprobar determinados fenómenos o principios científicos. El experimento va a permitir que el estudiante tenga una visión de la física más práctica, real y emocionante donde pueden refutar, admitir y consolidar los principales estamentos de la misma. Estos autores también destacan fundamentalmente tres clases de experimentos a saber: real, mental y de simulación tal como se muestra en la figura 1.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

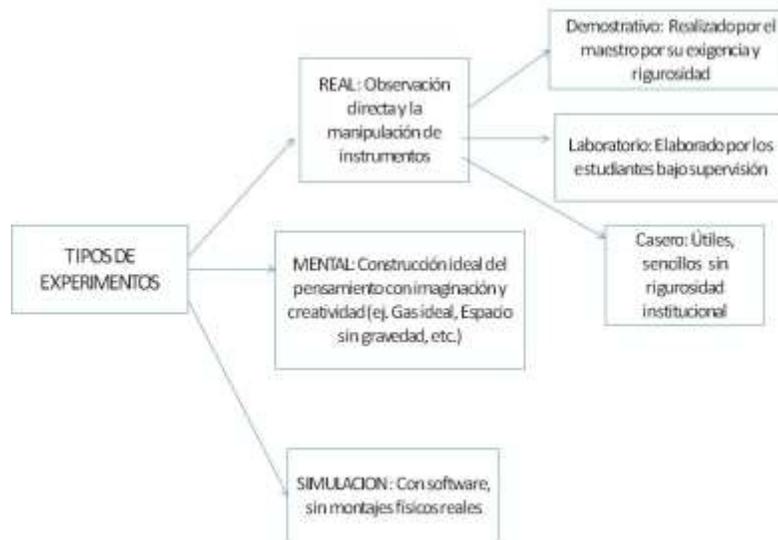


Figura 1. Tipos de experimentos que pueden ser desarrollados con los estudiantes.

Los experimentos reales son los que se llevan a cabo en el laboratorio y el estudiante tiene la posibilidad de interactuar con los elementos de medición y así estudiar el fenómeno utilizando los sentidos permitiendo la interacción práctica; el experimento mental se caracteriza por comprender fenómenos de la física que son difíciles de comprobar directamente en un espacio de laboratorio, tal como el principio de inercia para citar un ejemplo; y los experimentos virtuales responden a un tipo de prácticas que actualmente está en auge, gracias al desarrollo de las TIC, en general son programas de computador que brindan alternativas al maestro para mostrar y enseñar un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados que el mismo puede presentar (Ubaque Brito, 2009).

Este tipo de herramientas de experimentación les permiten a los estudiantes cambiar las condiciones de un problema determinado sin poner en riesgo su integridad ni la de los equipos técnicos que intervienen. Presentar cualquier tipo de estos experimentos, debe ser un camino para la motivación del aprendizaje y la comprensión del fenómeno en física, por lo que la selección debe ser muy cuidadosa y además estar de acuerdo con las estrategias metodológicas, el plan de estudios y el proceso que va llevando el estudiante a medida que va asimilando el contenido de la asignatura. Finalmente estos autores concluyen que son fundamentales el referente histórico del experimento, debidamente preparado y relacionado con el

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

tema, lo que permitirá al estudiante comprender un poco más la naturaleza del fenómeno físico.

Por otra parte, autores como Torres y Vija (2009) plantean la urgencia de hacer una diferencia entre una práctica de laboratorio y una experiencia de laboratorio. La práctica la caracteriza por tener asociada una guía que señala paso a paso cada una de las actividades que debe realizar el estudiante para alcanzar los objetivos trazados, Flores y otros (2009) mencionan que

la enseñanza tradicional tipo "receta de cocina" no contribuye a que los estudiantes puedan comprender lo que es la actividad o investigación científica. Es posible que ese tipo de enseñanza sea útil para aprender a seguir instrucciones o desarrollar habilidades técnicas, pero no se le debe sobrevalorar en cuanto a su alcance didáctico.

Mientras que, en la experiencia de laboratorio "el estudiante se enfrenta a un problema previamente planeado por el profesor de manera que pueda moldear preguntas que generen conflicto en el estudiante, este pueda opinar y generar un debate en la clase intentando así dar una solución a la problemática planteada". Es así como la construcción de experiencias de laboratorio obliga al docente a tener un planeamiento más organizado de cada una de las situaciones que le permitirán al estudiante enriquecer su conocimiento propio de la física. Torres y Vija (2009), desarrollan un ejemplo concreto de experiencia de laboratorio en el tema de la primera Ley de Newton (inercia) y describen el procedimiento didáctico aplicado. Destaca cómo los estudiantes desarrollan una alta capacidad de producción de conocimiento a partir del problema planteado pero, a su vez, señala que este tipo de acciones demandan bastante tiempo de preparación por parte del docente.

Finalmente García y otros (1999) determinan que en el trabajo práctico (TP) el estudiante debe documentarse sobre el tema, plantearse el problema en sus justos términos, formularse unas hipótesis que ha de contrastar mediante experimentos que él decidirá y proyectará. Una vez elaborado el proyecto previo, tras ser revisado por el profesor, éste decidirá si el alumno (grupo de alumnos) está en condiciones de poder iniciar su experimentación o, por el contrario, tiene que retocarlo, completarlo o rehacerlo. La revisión de este proyecto previo no se hace con un fin calificador, sino para adecuar la preparación del alumno a las necesidades que el desarrollo de este tipo de TP requiere, intentando asegurar que se implique en el problema y de esta

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

forma conseguir los aprendizajes. Además permite que el profesor tenga constancia del progreso en el trabajo y le da oportunidad de ejercer una eficaz función tutorial. En este sentido, el profesor analiza la coherencia en el diseño, si la fundamentación teórica es sólida, si se han formulado hipótesis acordes a la previsión de resolución de su problema, si el diseño experimental es lógico y factible, etc.

Con esta propuesta los investigadores proponen que los estudiantes contextualicen su trabajo experimental a través de un adecuado desarrollo de la fase preexperimental que estará ligada con el problema de indagación en el laboratorio. Siendo esta intención didáctica una verdadera apuesta por lograr que los discentes construyan sus conocimientos en física con un verdadero significado conceptual.

3. Las TIC en la física

Las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) han abierto nuevas posibilidades y expectativas ante los docentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en disciplinas como la física. Se señala en la Declaración mundial sobre la educación superior para el siglo XXI: visión y acción (UNESCO, 1998):

La educación superior debe hacer frente a la vez a los retos que suponen las nuevas oportunidades que abren las tecnologías, que mejoran la manera de producir, organizar, difundir y controlar el saber y de acceder al mismo. En un mundo en rápido cambio, se percibe la necesidad de una nueva visión y un nuevo modelo de enseñanza superior, que debería estar centrado en el estudiante, (...), así como una renovación de los contenidos, métodos, prácticas y medios de transmisión del saber (...). Los nuevos métodos pedagógicos también supondrán nuevos materiales didácticos. Estos deberán estar asociados a nuevos métodos de examen, que pongan a prueba no sólo la memoria sino también las facultades de comprensión, la aptitud para las labores prácticas y la creatividad.

Pontes (2005) plantea que el uso de programas interactivos y la "búsqueda de información científica en Internet ayuda a fomentar la actividad de los alumnos durante el proceso educativo, favoreciendo el intercambio de ideas, la motivación y el interés de los alumnos por el aprendizaje de las ciencias". Esto permite que un gran número de discentes participen en foros de debate sobre temas científicos o lleguen a elaborar sus propias páginas webs, blogs y pequeños programas de simulación en lenguajes como java.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Aunque existen actualmente muchos programas de carácter educativo orientados a la enseñanza de la física, algunos profesores no los utilizan, quedando obsoletos sin llegar a aplicarse en contextos educativos reales y sin evaluar su posible utilidad didáctica. La causa, considera el autor, puede deberse al hecho de que tales programas están diseñados en lenguajes de programación de alto nivel y se proporcionan como instrumentos cerrados, que el usuario puede ejecutar siguiendo una serie de instrucciones o pasos determinados que son poco comprensibles. En principio el profesor puede utilizar tales programas sin poseer conocimientos específicos del lenguaje de programación, pero entonces no puede modificar su estructura ni sus contenidos. Tampoco puede diseñar actividades de aprendizaje.

Una de las principales propuestas encontradas en este trabajo es que se use el computador en el laboratorio científico como sistema de control y visualización de sensores físicos y de adquisición de datos en aquellos experimentos en los que se necesitan un gran número de éstos, pudiendo ser procesados además con programas propios. En la actualidad, los fabricantes de material de laboratorio de ciencias experimentales van incluyendo cada vez mayor número de equipos que llevan ordenadores acoplados, los cuales recogen y tratan los datos experimentales, a partir de los cuales se pueden realizar simulaciones, construir gráficas que muestran la relación entre variables o realizar cálculos y ajustes de diferente tipo que ayudan al estudiante en el desarrollo de la experiencia. Esta aplicación de los ordenadores puede ser muy útil en la enseñanza experimental de la física, de la química o de la tecnología, a nivel básico y avanzado, ya que puede servir de introducción al interesante dominio de la automatización que tiene tanta importancia en la vida moderna.

Felipe García y otros (2008) afirman en su artículo que el aprendizaje, el estudio y la educación juegan un papel muy importante en el desarrollo de la sociedad, siendo uno de los motores de su proceso evolutivo. Es por ello que la docencia y los procesos de aprendizaje deben adaptarse permanentemente a las características de los individuos que en cada momento la componen. En el ámbito educativo la incorporación de los nativos digitales³ ha supuesto la introducción de una serie de desafíos. Los

³ La expresión "nativos digitales" (*digital natives*) fue acuñada por Marc Prensky en un ensayo titulado *La muerte del mando y del control*, donde los identificaba con aquellas personas que han crecido con la Red y los distinguía de los inmigrantes digitales (*digital immigrants*), llegados más tarde a las TIC. Nacieron en la era digital y son usuarios permanentes de las tecnologías con una habilidad consumada. Su característica principal es

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

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"⁴ 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 (Prensky, 2001).

La tecnología forma parte de la cotidianidad de los individuos y debe ser tomada en cuenta en los procesos formativos, de lo contrario el estudiante, se cuestionará si le sirve de algo lo que está aprendiendo o si lo que está viviendo en las aulas tiene relación con su quehacer, dejándole grandes vacíos que involucran desatención y desmotivación. Aunque es claro que no se puede involucrar únicamente tecnología, pues por sí sola no logra los objetivos esperados, sin un enfoque pedagógico adecuado, estas mismas tecnologías podrían tener un efecto negativo (Alejandro Alfonso, 2004).

Sin embargo, involucrar la tecnología a los procesos formativos requiere de una revisión del currículo, pues por sí sola podría ser contraproducente para el aprendizaje. Muchas de las asignaturas han involucrado en sus contenidos la posibilidad de actuar desde la práctica, lo cual permite el desarrollo de destrezas básicas y herramientas experimentales para la toma de decisiones y análisis de datos a partir de la observación de un fenómeno, la obtención de unos datos, el análisis de resultados y conclusiones. En la Conferencia mundial sobre la ciencia para el siglo XXI (UNESCO, 1998), auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, se declaraba:

sin duda su tecnofilia. Sienten atracción por todo lo relacionado con las nuevas tecnologías. Con las TIC satisfacen sus necesidades de entretenimiento, diversión, comunicación, información y, tal vez, también de formación.

⁴ "Inmigrantes digitales" son aquellos que se han adaptado a la tecnología y hablan su idioma pero con "un cierto acento". Estos inmigrantes son fruto de un proceso de migración digital que supone un acercamiento hacia un entorno altamente tecnificado, creado por las TIC. Se trata de personas entre 35 y 55 años que no son nativos digitales y han tenido que adaptarse a una sociedad cada vez más tecnificada García y otros (2008).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos (Gil Pérez, Sifredo, Valdés & Vilches, 2005).

No se trata de educar a científicos, se trata de formar seres integrales que utilicen adecuadamente la ciencia y la tecnología.

El profesor Felipe García y colaboradores de la Universidad de País Vasco (García, Portillo, Romo, & Benito, 2008) han propuesto un modelo completo de *e-learning* adaptado para nativos digitales compuesto por los siguientes pasos que forman el proceso formativo:

1. Búsqueda de información en la web
2. Diálogo, análisis y reflexión compartida en clase
3. Trabajo individual
4. Selección y clasificación de material teórico
5. Producción de nuevos materiales
6. Simulación práctica
7. Exposición de los materiales para valoración grupal
8. Evaluación
9. Difusión de los resultados

En este nuevo escenario el profesor debe modificar su rol en el proceso de aprendizaje, convirtiéndose en el organizador de la interacción entre los alumnos y los objetos de conocimiento, en el generador de interrogantes, estimulando permanentemente a los alumnos en la iniciativa y en el aprendizaje activo con creación, comunicación y participación. Debe guiar los procesos de búsqueda, análisis, selección, interpretación, síntesis y difusión de la información. No se trata únicamente de utilizar herramientas web 2.0⁵, sino, sobre todo, de integrarlas en su práctica educativa.

⁵ El término fue acuñado por Dale Dougherty de O'Reilly Media en una tormenta de ideas con Craig Cline de MediaLive para desarrollar ideas para una conferencia. Dougherty sugirió que la web estaba en un renacimiento, con reglas que cambiaban y modelos de negocio que evolucionaban. Dougherty puso ejemplos —"DoubleClick era la Web 1.0; Google AdSense es la Web 2.0. Ofoto es Web 1.0; Flickr es Web 2.0."— en vez de definiciones, y reclutó a John

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

En la Universidad Central "Marta Abreu" (Cuba), los profesores Carlos Abilio y Alejandro Alfonso (2005) del departamento de física de la Facultad de Matemáticas, Física y Computación, han desarrollado una estrategia basada en las TIC para ayudar al alumno a aprender de forma significativa y autónoma los diferentes contenidos curriculares, creando un software interactivo denominado SIDEF (Sistema Didáctico para la Enseñanza de la Física), el cual se compone de tres fases (planificación, realización y evaluación del experimento). Cuando el estudiante llega al laboratorio ya debe traer elaborada la metodología que seguirá para resolver la situación problemática o tareas específicas de la práctica que le corresponde realizar y tener un primer intercambio con el docente. Luego pasa al proceso de obtención de los datos experimentales y al procesamiento preliminar de estos valores para confrontar, posteriormente, los resultados obtenidos en cada una de las fases.

4. La V de Gowin como estrategia didáctica aplicable en física

El diagrama V de Gowin es un instrumento que junto a los mapas conceptuales ayudan a los alumnos a aprender, o lo que es lo mismo a aprender significativamente⁶. Existen investigaciones que demuestran que los alumnos mejoran en su comprensión del aprendizaje significativo cuando adquieren conocimientos acerca del proceso de construcción del conocimiento, y a esto contribuye la V de Gowin. El diagrama V está formado por tres zonas bien diferenciadas (ver figura 2):

Battelle para dar una perspectiva empresarial, y O'Reilly Media, Battelle, y MediaLive lanzó su primera conferencia sobre la Web 2.0 en octubre de 2004. La segunda conferencia se celebró en octubre de 2005. En general, cuando se menciona el término Web 2.0 se refiere a una serie de aplicaciones y páginas de Internet que utilizan la inteligencia colectiva para proporcionar servicios interactivos en red dando al usuario el control de sus datos.

⁶ Teoría desarrollada por el psicólogo cognitivo David Paul Ausubel (1968); según este postulado, para aprender un concepto, tiene que haber inicialmente una cantidad básica de información acerca de él, que actúa como material de fondo para la nueva información.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

El lado Izquierdo: es el lado conceptual del diagrama (pensamiento). Es la teoría, el conocimiento. Es el lado de "pensar". Incorpora el conocimiento al estudio.

El lado derecho: es el lado metodológico (acción). Aquí se puede trabajar aquello que ha sido observado, manipulado. Es el lado de "hacer". Este conocimiento es construido dentro de su estudio.

El vértice de la V: es el nexo de unión entre ambos lados.

El Diagrama V de Gowin tiene alguna semejanza con los mapas conceptuales:

- Ambos van de lo general a lo específico.
- Existe una jerarquización.
- Ambos son instrumentos que potencian el aprendizaje significativo.

Una forma de presentar la "V" de Gowin a los estudiantes es a través de los siguientes pasos:

- Se inicia con el acontecimiento, fenómeno y/o objeto a estudiar.
- Se presenta(n) la(s) pregunta(s) central(es).
- Se presentan los conceptos y las ideas de los registros.
- Se determinan los principios, leyes, teorías y/o filosofías en los que se fundamenta el trabajo.
- Se presentan las transformaciones de los registros y las proposiciones sobre conocimiento.
- Se hacen juicios de valor acerca del acontecimiento, fenómeno y/o objeto a estudiar.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

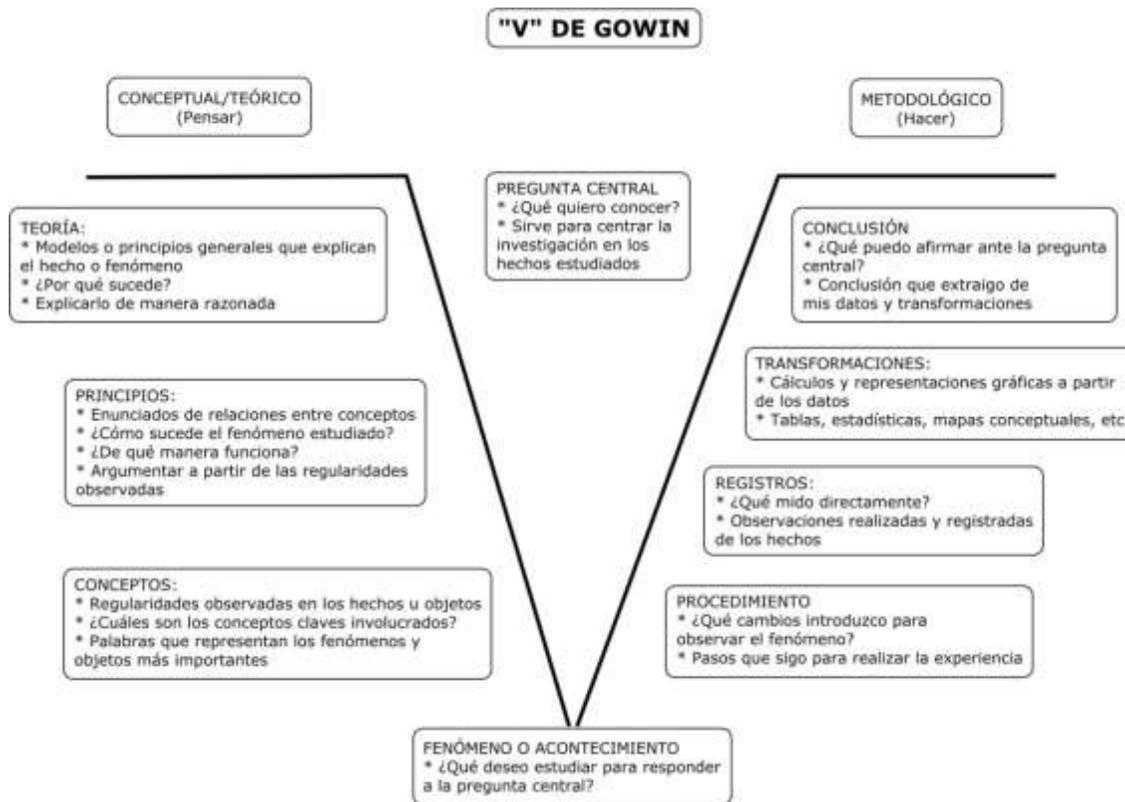


Figura 2. Esquema simplificado del Diagrama V.(Palomino noa, 2003).

Es un método que permite entender la estructura del conocimiento y el modo en que éste se produce. Gowin propone el diagrama V como una herramienta que puede ser empleada para analizar críticamente un trabajo de investigación, así como para "extraer o desempaquetar" el conocimiento de tal forma que pueda ser empleado con fines instruccionales (Palomino noa, 2003).

El diagrama V, deriva del método de las cinco preguntas:

- ¿Cuál es la pregunta determinante?
- ¿Cuáles son los conceptos clave?
- ¿Cuáles son los métodos de investigación que se utilizan?
- ¿Cuáles son las principales afirmaciones de conocimiento?
- ¿Cuáles son los juicios de valor?

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Desde este punto de vista, el conocimiento no es descubierto, sino construido por las personas y tiene una estructura que puede ser analizada con el acompañamiento del docente orientador. Este proceso permitirá mejorar o modificar los significados que forman parte de nuestro dominio conceptual, reconocerlos y establecer nuevas relaciones entre ellos, poniendo en evidencia, además, la efectividad de los recursos metodológicos empleados para conseguirlos.

Como dice Rodríguez y colaboradores (Hernandez Millán & Bello Garcés, 2005) "cualquier intento de mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje está condenado al fracaso –a la falta de operatividad– si no va acompañado paralelamente de un perfeccionamiento de los modelos y técnicas de evaluación". Por esto surge la teoría de la V de Gowin, como una alternativa para la evaluación heurística en donde el profesor puede constatar rápidamente si hubo coordinación entre lo que el alumno sabe, piensa, decide y hace.

En investigaciones realizadas en la Universidad Nacional del Táchira, UNET alrededor de las dificultades que tienen los alumnos de Física para el aprendizaje de las ciencias, se ha determinado que éstas se deben en gran medida a un desarrollo inadecuado de un conjunto de habilidades cognitivas indispensables para lograr aprender a aprender y que precisamente la teoría de la V de Gowin intenta desarrollar para que el estudiante estructure un informe no solamente descriptivo, sino también que dé paso a la argumentación y a la relación teoría práctica. En el trabajo de Quiñonez (2008) se genera una propuesta interesante que integra la metodología de la V de Gowin con la construcción de conocimiento a partir de documento escrito. Hacen un análisis importante de los elementos más relevantes que debe contener un artículo y adicionalmente a ello describen las partes que tiene un informe de laboratorio, resaltando la presentación de resultados ajustados a la hipótesis que inicialmente se había planteado. Es una guía interesante que posibilita cuestionamientos alrededor de las necesidades que tienen los estudiantes de expresar sus descubrimientos a partir de la solución de problemas planteados por los docentes en el aula.

El investigador español Gil Pérez en sucesivos trabajos viene cuestionando la didáctica de la resolución de problemas y defendiendo la utilidad y el potencial de uso de problemas no convencionales (de enunciado abierto). Una de las limitaciones que él entiende que ha tenido la investigación en resolución de problemas es que no se ha cuestionado en profundidad acerca de lo que se entiende por *problema*. Considera que un problema es una

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

situación para la cual no se tiene una respuesta elaborada de entrada; por tanto, la solución se debería enfocar como una investigación científica. Una de las causas del fracaso generalizado de los estudiantes en la resolución de problemas según su perspectiva es culpa de la propia didáctica empleada. Los enunciados habituales dificultan un tratamiento científico de los problemas y dejan particularmente sin sentido la tarea fundamental de emisión de hipótesis (Escudero & Moreira, 1999)⁷.

La V de Gowin es un recurso metodológico particularmente útil para que el estudiante exprese la síntesis de conocimientos logrados y actividades intelectuales desarrolladas a través de una experiencia de aprendizaje (Hernandez Millán & Bello Garcés, 2005). Sin embargo, en el trabajo experimental del Departamento de Química Inorgánica y Nuclear de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma) se constató, que la V de Gowin debe ser elaborada, no solamente por estudiantes, sino también por docentes para organizar su pensamiento y encontrar congruencia entre los objetivos propuestos para una práctica y las actividades realizadas. Uno de los avances más sobresalientes de esta prueba fue reconocer que es necesario cambiar el proceso docente para llevar a cabo un análisis cuidadoso del experimento que se va a desarrollar, para que surja de los alumnos la pregunta clave (Hernandez Millán & Bello Garcés, 2005).

La UVE tiene la utilidad de unir las vertientes conceptuales y metodológicas de una pregunta o problema (Carnicer Murillo, Carrasquer Zamora, Martínez Martínez, De Lama Alcade, & Usó Ballester, 2004), incluyendo unos juicios de valor de donde se podrán extraer contenidos actitudinales, todos ellos, necesarios para responder el problema, seleccionándolos y relacionándolos. En la Universidad de Zaragoza y en la universidad Pública de Navarra (España), además de iniciar con la implementación de la V de Gowin, han adicionado un elemento tan importante como los mapas conceptuales (MMCC); según Sagrario Albisu y colaboradores, en la llamada sociedad del conocimiento y de la información, para el estudiante es sencillo "copiar y pegar"; sin embargo, al utilizar los MMCC, es sumamente difícil que construya un mapa correcto si no tiene un buen dominio del tema; los mapas han permitido a los alumnos organizar de forma clara y precisa la

⁷ Aquí se observa entonces lo fundamental e importante de un trabajo de investigación, la pregunta, y es desde donde precisamente inicia el diagrama de V de Gowin. La indagación que nos lleve a construir conocimiento y no a buscar conocimiento preestablecido.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

información obtenida. En pruebas realizadas, se ha demostrado que los estudiantes logran aprendizajes más significativos, duraderos y adquieren competencias profesionales a través del trabajo autónomo y colaborativo (Carnicer Murillo, Carrasquer Zamora, Martínez Martínez, De Lama Alcade, & Usó Ballester, 2004)(Albisu, San Martín, & González, 2006). En estas universidades utilizan una herramienta informática denominada CMAPTOOLS⁸, la cual ayuda a optimizar estos procesos.

Por esta razón se consideran una herramienta fundamental para los procesos de investigación los mapas conceptuales, los cuales corresponden a un recurso, estrategia, instrumento, método, herramienta o técnica de aprendizaje de naturaleza heurística y metacognoscitiva que permiten la organización de la información (Flores, Caballero Sahelices, & Moreira, 2009). Son diagramas bidimensionales de conceptos relacionados y organizados de forma jerárquica que muestran la estructura conceptual de un conocimiento sobre un tema, tópico, libro, artículo u otra fuente. Contienen elementos conceptuales y estructurales, en general (Flores, Caballero Sahelices, & Moreira, 2009).

5. Conclusiones

Con la elaboración de esta reflexión sobre didáctica en física desde el laboratorio, se logró detectar avances, dificultades y tendencias en los modelos didácticos utilizados en los últimos años para la enseñanza de la física, encontrando una transformación desde el modelo conductista hacia el constructivista, otorgándole gran participación en el conocimiento que adquiere al estudiante, lo cual genera un gran impacto en los jóvenes debido a que el sujeto de hoy también ha transformado sus modos de aprender.

La preocupación por el aprendizaje de la física básica es general y no es un problema meramente local. Está vigente, porque los niveles de repitencia y deserción son altos (Gaytán et al, 2002). Adicionalmente se quiere que los estudiantes tomen consciencia de la importancia que tiene la física especialmente en su formación profesional en las áreas de la ingeniería,

⁸ Programa informático creado por el prestigioso Institute for Human and Machine Cognition que permite construir, compartir y criticar conocimientos basados en MMCC (mapas conceptuales).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

aunque también es igualmente válido para la enseñanza media; buscando de esta manera que lo visto en clase se transforme en un aprendizaje de tipo significativo.

Se pudo observar que es importante darle sentido a la práctica experimental desde la contextualización misma del experimento para que pueda ser ligado con el mundo actual, inmerso en la ciencia y la tecnología, donde el estudiante construye su práctica para ser llevada a cabo en los laboratorios desde una fase preexperimental.

Se han desarrollado estrategias basadas en la teoría de la V de Gowin que resultan pertinentes para el modelo constructivista, complementadas por la utilización de los mapas conceptuales que permiten la organización de la información para establecer si existe un adecuado dominio del tema.

De acuerdo a la revisión realizada, se evidencia, la importancia en la relación dialógica que debe existir entre docente y discente, debido a que permite la construcción de conocimiento significativo a partir del encuentro, indiferente si es presencial o virtual. Para lograrlo es necesario construir estrategias didácticas que obliguen a las dos partes a cimentar dichos encuentros. Es así como la teoría de Gowin es pertinente para realizar este tipo de actividades donde la lógica de elaboración de conocimiento se sale de los esquemas tradicionales de la enseñanza de la física.

Es importante señalar que una buena estrategia didáctica siempre deberá estar acompañada de una estrategia de evaluación que le permita construir y retroalimentar permanentemente el modelo, para que no se presente como una práctica aislada que no tenga resultados, pues la continuidad es la que genera procesos reales de transformación.

Lo esencialmente importante, tal como se estableció en una conferencia de la UNESCO citada en la presente reflexión, es formar "*seres integrales que utilicen adecuadamente la ciencia y la tecnología*" con el fin de afrontar los desafíos del mundo actual.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

6. Lista de referencias

- Agudelo, J. D., & García, D. (2010). Aprendizaje significativo a partir de prácticas de laboratorio de precisión. *Latin-American Journal of Physics Education*, 149-152.
- Albisu, S., San Martín, I., & González, F. (2006). *Aplicación de los mapas conceptuales (MMCC) y de la V de Gowin en la elaboración de módulos instruccionales en alumnos de magisterio. Segunda conferencia internacional sobre mapas conceptuales*. San José, Costa Rica.
- Alejandro Alfonso, C. A. (10 de octubre de 2004). *Física experimental en Internet*. Recuperado el 14 de agosto de 2010, de Revista Iberoamericana de Educación: http://www.rieoei.org/did_mat16.htm
- Alejandro Alfonso, C. A. (19 de junio de 2005). *Quaderns Digital*. Recuperado el 26 de septiembre de 2010, de Enseñanza estratégica de la física general: http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=8613
- Auzaque, T., Contreras, M., & Delgado, J. (2009). Innovación en el aula un enfoque tecnológico y social. (U. D. Caldas, Ed.) *Gondola*, 1, 41-44.
- Campelo Arruda, J. R., & Marin Antuña, J. (2001). Un sistema didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 329-349.
- Carnicer Murillo, J., Carrasquer Zamora, J., Martínez Martínez, R., De Lama Alcade, M. D., & Usó Ballester, F. (2004). *La uve de Gowin y los mapas conceptuales pueden ser el zum de la teoría de la elaboración*. Primer congreso internacional sobre mapas conceptuales. Pamplona: Universidad Pública de Navarra.
- Douglas De La Peña, C., Bernaza Rodríguez, G., & Corral Ruso, R. (25 de enero de 2006). *Una propuesta didáctica para el aprendizaje de la física*. Recuperado el 15 de septiembre de 2010, de Revista Iberoamericana de Educación: <http://www.rieoei.org/experiencias110.htm>
- Escudero, C., & Moreira, M. A. (1999). *La V epistemológica aplicada a algunos enfoques en resolución de problemas*. Enseñanza de las ciencias, 61-68.
- Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., & Moreira, M. A. (2009). *El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje*. Revista de Investigación, 75-111.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

- Fonseca, M., Hurtado, A., Lombana, C., & Ocaña, O. (2006). La simulación y el experimento como opciones didácticas. *Revista Colombiana de Física*, 707-710.
- García Sastre, P., Insuasti M., J., & Merino, M. (1999). Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 533-542.
- García, F., Portillo, J., Romo, J., & Benito, M. (23 de diciembre de 2008). Organización de Estados Iberoamericanos. Recuperado el 23 de agosto de 2010, de *Nativos digitales y modelos de aprendizaje*: <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article4105>
- Gaytán P. David, Olfos A. Raimundo, Castillo C. Andrés, Uribe R. Ricardo & Faúndez A. Claudio (2002). *Enriquecimiento de la evaluación en asignaturas de altos índices de repitencia*. Ponencia presentada en la VII Jornada De Innovación en la Enseñanza de la Matemática Universidad de Viña del Mar - Chile.
- Gil Perez, D., Furio Mas, C., Valdes, P., Salinas, J., Martinez Torregrosa, J., Guisasola, G., y otros. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 311-320.
- Gil Pérez, D., Sifredo, C., Valdés, P., & Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual?. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, 15-28. Santiago de Chile: UNESCO.
- Hernandez Millán, G., & Bello Garcés, S. (2005). La V de Gowin y la evaluación del trabajo experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-5.
- Kurki- Suonio, T., & Hakola, A. (2007). Coherent teaching and need-based learning in science: an approach to teach engineering students in basic physics courses. *European Journal of Engineering Education*, 367-374.
- López, B. (2002). Desarrollar conceptos de física a través del trabajo experimental: evaluadores de auxiliares didácticos. *Enseñanza de las Ciencias*, 115-132.
- Lucero, I., Concari, S., & Pozzo, R. (2006). El análisis cualitativo en la resolución de problemas de física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 85-96.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martinez Roca. 21-29.
- Palomino Noa, W. (2003). *Colombia Aprende*. Recuperado el 29 de agosto de 2010, de *El diagrama V de Gowin como instrumento de investigación*: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/docentes/1596/article-96727.html>

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 35, (febrero-mayo de 2012, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc, Dialnet, DOAJ, Actualidad Iberoamericana, Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México.

Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2-18.

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 1-6.

Pietrocola, M. (2002). A matemática como estruturante do conhecimento físico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 19(1), 89-109.

Pulido, W. (2009). *La didáctica de la física como investigación en la enseñanza de la física*. (U. F. Caldas, Ed.) Góndola, 1, 9-12.

Quiñonez, R., & Jimenez, P. (2008). *Notas sobre lectura, escritura y herramientas epistemológicas: arcanos para aprendices de biología*. Facultad de ciencias básicas, 11-21.

Tamayo, O. E. (mayo-agosto de 2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, 18(45), 37-49.

Torres, L., & Vija, O. (2009). *Experiencia de laboratorio en la primera ley*. Góndola, 30-34.

Ubaque Brito, K. Y. (2009). Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la física. *Góndola*, 4(1), 35-40.

Ubaque Brito, K. Y. (2009). Sobre el significado de la didáctica de la física. *Góndola*, 19-24.

UNESCO. (9 de Octubre de 1998). *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI: visión y acción*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2010, de http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm