

# APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS EN LA FORMACIÓN DE TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS: DESARROLLO DE UN FOTOCOLORÍMETRO DIGITAL EN LA FUNDACIÓN TECNOLÓGICA ANTONIO DE ARÉVALO, COLOMBIA

*LEARNING FOR PROJECTS IN THE TRAINING OF TECHNICIANS AND TECHNOLOGISTS: DEVELOPMENT OF A DIGITAL PHOTOCOLORIMETER AT FUNDACIÓN TECNOLÓGICA ANTONIO DE ARÉVALO, COLOMBIA*

Emperatriz Londoño<sup>1</sup>  
Daniel Ruiz Navas<sup>2</sup>  
Angélica P. Mendoza<sup>3</sup>  
Verónica Barbosa Robles

## RESUMEN

Este artículo presenta el proceso de desarrollo de un Fotocolorímetro digital orientado a la formación de estudiantes de nivel técnico y tecnológico en carreras relacionadas con la electrónica. Se inicia con una introducción en la que se expone la importancia del aprendizaje significativo en la formación de competencias, habilidades y capacidades en los estudiantes, se presentan tres diferentes técnicas didácticas de aprendizaje como lo son el aprendizaje Basado en Problemas, El Método de Caso y El Aprendizaje Orientado a Proyectos. La segunda sección se centra en el método de aprendizaje orientado a proyectos considerando las diferencias que se deben tener en cuenta para el proceso de aprendizaje significativo de técnicos y tecnólogos; la tercera sección explica las diferentes actividades propuestas para coordinar el trabajo de los estudiantes en el proyecto de construcción de un fotocolorímetro; y finalmente en la cuarta sección se presentan las conclusiones del trabajo.

## PALABRAS CLAVE

Aprendizaje Orientado a Proyectos, Aprendizaje Significativo, Técnico, Tecnólogo, Colorimetría

## ABSTRACT

This article presents the process of developing a digital colorimeter aimed at the training of technical and technological students in careers related to electronics. It begins with an introduction in which the importance of meaningful learning in the formation of competences, abilities and capacities in the students is presented, three different didactic techniques of learning are presented as they are the Problem Based learning, the Case Method and Project-Oriented Learning. The second section focuses on the project-oriented learning method, considering the differences that must be taken into account for the meaningful learning process of technicians and technologists; the third section explains the different activities proposed to coordinate student work in the Project of construction of a photocolormeter and finally in the fourth section the conclusions of the work are presented.

## KEYWORDS

Project Oriented Learning, Significant Learning, Technician, Technologist, Colorimetry

Fecha de recepción: 2 de febrero de 2016.

Fecha de evaluación: 9 de marzo de 2016.

Fecha de aceptación: 19 de abril de 2016.

1 Doctora en Ciencias de la Dirección Universidad Alcalá de Henares. Docente titular Universidad de Cartagena. Programa de Administración de Empresas. Correo electrónico: emperatriz1521@yahoo.com

2 Ingeniero Electrónico, Universidad Pontificia Bolivariana y Magíster en Ingeniería con énfasis en Automática de la misma Universidad. Docente asociada y miembro del grupo de investigación ETICA de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo, aportando a la línea de investigación en Instrumentación y Control de Procesos Industriales - CONPI. Correo electrónico: daniel.ruiz@tecnar.edu.co

3 Ingeniera de Sistemas, Universidad Tecnológica de Bolívar y Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad de Los Andes. Docente asociada y miembro del grupo de investigación ETICA de la Fundación Tecnológica Antonio de Arévalo, aportando a la línea de investigación en Computación, Sistemas de Información y Desarrollo de Software - DESOFT.

## INTRODUCCIÓN

En el día a día del quehacer docente nos encontramos con estudiantes con características o circunstancias personales y académicas muy diferentes, sin embargo, la característica que generalmente los define es que estos presentan deficiencias en actividades fundamentales para el desarrollo humano como la comunicación de sus ideas por medios orales y escritos, así como también, deficiencias en comprensión de lectura. Lo anterior es un elemento que se presenta sin distinción de la disciplina profesional por lo que es de vital importancia buscar los medios para tratar de solventar o solucionar este problema.

Tradicionalmente, desde un enfoque positivista, la enseñanza se imparte con el profesor como actor protagónico y fuente del conocimiento y el estudiante como un ente receptivo y pasivo. Sin embargo, desde las teorías del enfoque constructivista, se cambia el rol del docente; pasa de saberlo todo, a ser un guía o facilitador de experiencias y espacios nuevos para el aprendizaje por parte del estudiante. (Coll, 1996), describe esta situación como un proceso complejo de interacciones entre el alumno, el objeto del aprendizaje y el docente quien ayuda al alumno a contextualizar y a construir significados. Por tanto, en el marco de este enfoque constructivista, el aprendizaje se convierte en un proceso complejo en el que interactúan de forma dinámica factores individuales y sociales para la construcción y reconstrucción de conocimientos. En este proceso el aporte independiente es el que define y le da sentido a lo que se aprende y se desarrollan habilidades y destrezas haciendo uso de la tecnología (Martínez Romero & Ortega Sánchez, 2009). Lo anterior, ya había sido planteado por (Lamas Rojas, 2008), cuando menciona al Alumno Eficaz, afirma la necesidad desarrollar una actitud adecuada al proceso de aprendizaje y para lograrlo se requería intervenir: (i) Aspectos cognitivos (conocimientos y creencias), (ii) Aspectos afectivos (sentimientos y preferencias) y (iii) Aspectos conductuales (intenciones o acciones manifiestas), relacionándolos con las múltiples experiencias y relaciones de las personas o grupos, acumuladas a lo largo de su historia de vida.

Por su parte, (Calik, Unal, Costu, Dede & Ayas, 2009), siguiendo el aprendizaje constructivista, proponen un modelo de enseñanza conformado por cuatro etapas: activación de las ideas previas; focalización en el conocimiento a ser aprendido; contrastación y confrontación de ideas y aplicación de las ideas nuevas a situaciones similares. Las técnicas didácticas de aprendizaje como Aprendizaje basado en Problemas (ABP), Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), y el Método de Caso (MC), se presentan como una opción para alcanzar este tipo de enseñanza aprendizaje, logrando en el proceso estimular tanto en docentes como en estudiantes las diferentes dimensiones del aprendizaje (Marzano, 1992).

A continuación se describen de forma independiente estas tres técnicas.

### APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

Es una técnica didáctica enfocada en buscar de forma colaborativa en grupos pequeños de estudiantes, la solución a problemas planteados por el o los profesores, relacionados con la vida real. Por lo tanto favorece el aprendizaje grupal, autónomo y global, contribuyendo además en la adquisición y el desarrollo de competencias muy específicas, dependiendo de la disciplina, y otras más generales como la creatividad, la reflexión crítica, la comunicación y la toma de decisiones en equipo. El hecho de que las actividades se desarrollen en torno a problemas concretos y reales, hace posible desde el aula, la relación con el entorno en el que se desenvolverá en su vida profesional (Bas Peña, 2011). En palabras de (Delors, 1996); (De Miguel Díaz, y otros, 2006) el estudiante se hace competente para: Adaptarse a los cambios; Fomentar el espíritu crítico; Aprender a aprender y por último, Trabajar y aprender en equipo.

Otros autores, por ejemplo, (Prieto, 2006) definen al APB como una estrategia en la que los estudiantes, dependiendo de su dedicación pueden conseguir un aprendizaje de calidad en múltiples aspectos. El trabajo de (Exley & Dennick, 2009), se refiere al ABP como un aprendizaje activo, cooperativo, centrado en

el estudiante, asociado con un aprendizaje independiente muy motivado.

## MÉTODO DE CASO

El método de caso consiste en brindar a los estudiantes información suficiente acerca de un determinado hecho relacionado con la vida real en el que se presentan interacciones complejas de diversos factores. Con esto los estudiantes pueden asumir diferentes posiciones con la interpretación que hacen de la información, desde sus experiencias y conocimientos propios. De acuerdo con (Eisenhardt, 1989) se asume al estudio de caso como una estrategia investigativa que facilita la comprensión de las dinámicas presentes en contextos singulares, le permite a los estudiantes, desde el trabajo en pequeños grupos, comprender las dinámicas presentes en contextos singulares, y adiciona, si se trabajan uno o varios casos, combinando distintos herramientas para la recogida de datos, se podría llegar a describir, verificar, o construir teoría. A lo anterior se le suma la opinión de (Chetty, 1996) quien reconoce en el método de casos su rigurosidad metodológica y (Sarabia Sánchez, 1999) por su parte, afirma que a través de él, se pueden lograr los objetivos de una investigación, e incluso abre la posibilidad de analizar diferentes casos con intencionalidades diferentes.

Por su parte, (León & Montero, 2003) ven en el estudio de caso, un método para estudiar a fondo un determinado problema, que de otro modo no podría ser estudiado en profundidad, por lo cual recomiendan el estudio de un único caso.

(Freire, 1970) en su libro *la Pedagogía del Oprimido* se refiere al estudio de casos, como un instrumento educativo complejo, compuesto por datos e informaciones, (psicológicos, sociológicos, científicos, antropológicos, históricos y de observación), y material técnico, que por naturaleza, son interdisciplinario y construidos en forma de narrativa, utilizando y aprovechando para que realmente el aprendizaje sea significativo, problemas de la cotidianidad de los estudiantes, los cuales deben ser estudiados, reflexionados, discutidos y

analizados, contrastar sus conclusiones con las conclusiones de otros, a aceptarlas y expresar sus propias sugerencias, dándole la posibilidad a los estudiantes, dentro del trabajo en grupo, de prepararse en la generación de soluciones y toma de decisiones en equipo.

(Martínez Sánchez & Musito Ochoa, 1994), presentan a la comunidad académica, tres modelos de estudios de caso, diferenciándolos desde los propósitos metodológicos, a saber: Modelo centrado en el análisis de casos (casos que han sido estudiados y solucionados por equipos de especialistas); Modelo de casos que tienen como objetivo enseñar a aplicar principios y normas legales existentes en cada caso en particular y el Modelo de casos que tiene como objetivo preparar en la resolución de situaciones o problemas que requieren de la aplicación de teoría y de prescripciones prácticas, atendiendo la singularidad y complejidad de la situación en estudio dentro de su contexto. En este modelo no se presenta la solución correcta de ahí que se está abierto a las diversas y múltiples soluciones que puedan presentar los grupos, argumentadas en la información dada, recopilada, discutida y analizada.

## APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS

En términos generales un proyecto es un conjunto de actividades que se realizan en un tiempo determinado para obtener o generar un producto o servicio. En el caso del Aprendizaje Orientado a Proyectos, se pueden tener proyectos de diferentes índoles; sin embargo generalmente su duración se limita a un semestre. Según (Ciro Aristizabal, 2012), los proyectos deben ser centrados en el estudiante y dirigidos por el mismo, deben tener un inicio y un fin bien definido, deben ser significativos para los estudiantes y observables en el entorno, deben dar solución a un problema del mundo real, deben fomentar la investigación por parte de los estudiantes, deben tener un producto tangible y deben desarrollar oportunidades para la reflexión entre otras características.

## FORMACIÓN DE TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS

El autor (Wiggins, 1989) expone que es necesario cambiar de actividades artificiales que buscan cubrir el contenido de un microcurrículo por actividades auténticas en las que los estudiantes se comprometen con una actividad compleja durante más tiempo. Con esto, se puede conseguir mejorar los conocimientos y las habilidades para aprender.

En Colombia según lo definido en la ley 749 del 19 de Julio de 2002, el ciclo propedéutico de Técnica profesional comprende la formación de individuos competentes, capaces de aplicar de forma autónoma habilidades y destrezas en un determinado sector productivo o de servicios. El ciclo Tecnológico comprende la apropiación de conocimientos científicos y la comprensión teórica que habilitan a los individuos a diseñar, construir, ejecutar, transformar y operar los medios y procesos demandados por el sector productivo y de servicios. En síntesis se podría afirmar que un Técnico profesional debe saber el cómo hacer las cosas y el Tecnólogo debe saber el para que de las cosas (Fernández Guerrero, 2014).

Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, de las tres técnicas didácticas descritas, se considera que el aprendizaje orientado a proyectos es la estrategia más conveniente para la formación de técnicos y tecnólogos teniendo en cuenta la vocación de estos a la ejecución de tareas o solución de problemas relacionados con el quehacer profesional ya que esta técnica didáctica, en especial, se fundamenta en el aprendizaje mediante la acción.

## APRENDIZAJE ORIENTADO A PROYECTOS PARA TÉCNICOS Y TECNÓLOGOS

El aprendizaje orientado a proyectos (AOP), tiene como objetivo, no solo aprender acerca de algo, sino en hacer algo con el conocimiento aprendido, es decir, lleva a los estudiantes a realizar la transferencia de sus conocimientos y habilidades en un producto específico, real, que trasciende el aula de clase.

Este es uno de los grandes retos de la educación técnica y tecnológica frente a los procesos de cambio y es preparar a sus estudiantes desde aprendizajes interactivos y autogestionados que requieren estrategias de enseñanza flexibles para propiciar en los estudiantes la adquisición de competencias que les permitan evolucionar al ritmo de los cambios y readecuarse al ámbito laboral.

De acuerdo con (Hernández, 1998), este tipo de estrategia se encuentra ubicada dentro de la enseñanza para la comprensión, ya que implica la participación en un proceso investigativo participativo de su interés, que les permite desde el hacer con sentido, reconocer al otro y comprender su propio entorno personal y cultural, es decir favorece el conocimiento de sí mismo de estudiantes y docentes y del mundo en el que viven.

En términos generales el AOP comprende el desarrollo de cuatro etapas que son:

Análisis del problema → Resolución del problema → Elaboración del producto → Elaboración de una entrega o reporte final. Cada una de estas etapas implica unas actividades específicas tanto para el docente como para los estudiantes. A continuación se presentan las actividades que se deben considerar en cada una de estas etapas según lo descrito en el documento del (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2000).

### ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En esta etapa se debe generar una discusión para contextualizar el problema que se quiere solucionar y se discuten posibles soluciones para incentivar a los estudiantes a buscar lecturas relacionadas con el tema o a buscar entrevistas con expertos que los puedan orientar.

El rol del docente como orientador y facilitador en esta etapa enfatiza en socializar a los estudiantes acerca del método de proyectos y colaborar en la identificación de los temas claves desde la pertinencia, para el desarrollo del proyecto.

## RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En esta segunda fase se deben evaluar los diferentes métodos que se pueden usar para resolver el problema seleccionado y con base en la elección del método de solución se debe determinar la profundidad de los conocimientos requeridos para darle solución al problema. Generalmente el problema se divide en varias secciones para aumentar el nivel de detalle.

## ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

En esta etapa se establecen los roles dentro del proyecto, el plan de trabajo y se pone en marcha el desarrollo del producto o servicio. En esta etapa los estudiantes pondrán en práctica de una forma contextualizada los conocimientos previos y tendrán que adquirir por cuenta propia unos nuevos conocimientos, generando así procesos complejos de pensamiento.

## REPORTE

En esta etapa final los estudiantes deben generar un informe en el que documentan el desarrollo del proyecto. Adicional al producto o servicio generado, por medio de un informe oral y escrito, los estudiantes pueden demostrar los conocimientos adquiridos, así como también se pueden evidenciar las habilidades de comunicación oral y escrita y las habilidades para el trabajo en equipo.

En lo que respecta al docente en esta última etapa, su función principal consiste en facilitar entre todos los participantes, incluido él una retroalimentación de: El producto final, lo planeado con lo realizado: el proceso, este incluye vivencias, errores, mejores prácticas, logros, como fue el trabajo llevado a cabo por el grupo y las recomendaciones de mejora para tener en cuenta en futuros proyectos a desarrollar

Se puede afirmar entonces que desde el punto de vista del docente, hay que generar las condiciones de trabajo, ajustar el nivel de exigencia y la definir rúbrica de evaluación según los diferentes proyectos propuestos por los estudiantes. En el caso de los estudiantes,

estos deben escoger un tema que les sea interesante para desarrollar durante todo el semestre de trabajo, definir los roles que cada uno tendrán en la ejecución del proyecto y redactar un documento de inicio del proyecto en el que queden por escrito los alcances con los que se comprometen los estudiantes y según los cuales serán evaluados.

En cuanto a los roles de los estudiantes en el desarrollo del proyecto, se puede hacer un paralelo a nivel educativo con respecto a lo estipulado en el documento del capítulo de Madrid España del PMI (Project Management Institute) en el que se definen los siguientes roles en un proyecto: Director de Programa, Director de Proyecto, Jefe de Proyecto y Participante (Delgado Mendez & Pérez). Según el PMI, el Director de Programa es quien verifica la viabilidad estratégica de los proyectos, negocia las ofertas y los contratos y en general quien se encarga de las relaciones con grupos externos a la organización. El Director de Proyecto es quien valida la viabilidad tecnológica y económica de los proyectos, se encarga de liderar el trabajo en equipo en gran escala, participa en la negociación comercial y se encarga de las relaciones de grupos al interior de la organización. El Jefe de Proyecto es quien aplica directamente la metodología de gestión de proyectos, verifica la viabilidad técnica, se encarga de definir el presupuesto, coordina el trabajo en equipo, el control de calidad y gestiona la comunicación entre las personas del equipo. Finalmente los Participantes son quienes ejecutan el proyecto desde su área de experticia, definen actividades específicas y señalan riesgos, deben tener conocimientos generales de la terminología de gestión de proyectos y trabajar en equipo para lograr los objetivos.

Dependiendo del nivel de formación en el ejercicio del AOP se puede o no asumir un rol. En la Tabla 1 se definirán los roles para técnicos y tecnólogos tomando como referencia los conceptos del PMI citados anteriormente.

**Tabla 1. Tabla de roles de técnicos y tecnólogos en AOP**

Roles PMI	Roles para Técnicos	Roles para Tecnólogos
Director de Programa	Director de Proyecto (Docente)	Director de Proyecto (Docente)
Director de Proyecto		Líder de Proyecto
Jefe Proyecto	Líder de Proyecto	
Participantes	Participantes	Participantes

### ROLES EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS EDUCATIVOS PARA TÉCNICOS

En Colombia la formación de técnicos comprende un periodo de dos años, según la definición de la ley 749 del 2002, en la que se establece que la formación técnica está centrada en la generación de competencias, actitudes, habilidades y destrezas en un determinado saber. Para este caso, el rol de Director de Proyecto puede ser asumido por el docente con la distinción de que serán los estudiantes los electores del tema del proyecto. El rol de Jefe de Proyecto puede ser asumido por un estudiante elegido por el equipo de trabajo y el

rol de participante sería asumido por los otros integrantes del grupo y cada uno se encargaría de la ejecución de una o varias actividades específicas acordadas en conversaciones con el Director de Proyecto (docente).

Con cumplimiento de las funciones de los roles descritos se trabaja en el fortalecimiento de las siguientes competencias, como se muestra en la Tabla 2.

### ROLES EN EJECUCIÓN DE PROYECTOS EDUCATIVOS PARA TECNÓLOGOS

En Colombia la formación de tecnólogos comprende un periodo de tres años, según la definición de la ley 749 del 2002. En ella, se estipula la fundamentación y apropiación de conocimientos científicos para diseñar, construir, ejecutar, controlar y operar medios y procesos para la solución de problemas del sector productivo y de servicios. En este caso, los roles son los mismos que para los técnicos con diferencias en las funciones en el equipo de trabajo. El docente asume el rol de Director de Proyecto cuya función es validar la viabilidad estratégica del proyecto, un estudiante elegido por sus compañeros es el Jefe de Proyectos quien además de las funciones que asumen los técnicos en este rol, define y acuerda las funciones de los participantes, valida la viabilidad tecnológica y cronológica del proyecto, mediará en la

**Tabla 2. Competencias adquiridas por un técnico de acuerdo al rol en el proyecto**

	Líder de Proyecto	Participantes
<b>Competencias</b>	<p><b>Cognitivas</b> Estimar costos y esfuerzos Validar el cumplimiento de los objetivos</p> <p><b>Procedimentales</b> Coordinar el equipo de trabajo de acuerdo al plan de trabajo establecido Tomar de decisiones técnicas Presentar informes de cumplimiento</p> <p><b>Actitudinales</b> Ser responsable por el cumplimiento de los objetivos del equipo Trabajar en equipo Escuchar diferentes opiniones Hábito de la lectura Fluidez oral y escrita Aprender a Aprender</p>	<p><b>Cognitivas</b> Definir actividades para la consecución de los objetivos identificando riesgos</p> <p><b>Procedimentales</b> Ejecutar su plan de trabajo Presentar informes de cumplimiento</p> <p><b>Actitudinales</b> Ser responsable por el cumplimiento de sus objetivos Trabajar en equipo Escuchar diferentes opiniones Hábito de la lectura Fluidez oral y escrita Aprender a Aprender</p>

**Tabla 3. Competencias adquiridas por un tecnólogo de acuerdo al rol en el proyecto**

	Líder de Proyecto	Participantes
Competencias	<p><b>Cognitivas</b>                      Estimar costos y esfuerzos                      Validar la viabilidad tecnológica del proyecto                      Validar el cumplimiento de los objetivos de su equipo de trabajo</p> <p><b>Procedimentales</b>                      Coordinar el equipo de trabajo de acuerdo al plan de trabajo establecido                      Tomar de decisiones técnicas y tecnológicas                      Presentar informes de cumplimiento</p> <p><b>Actitudinales</b>                      Ser responsable por el cumplimiento de los objetivos del equipo                      Resiliencia y capacidad de negociación frente a las dificultades                      Trabajar en equipo                      Escuchar diferentes opiniones                      Hábito de la lectura                      Fluidez oral y escrita                      Aprender a Aprender</p>	<p><b>Cognitivas</b>                      Definir actividades para la consecución de los objetivos identificando riesgos</p> <p><b>Procedimentales</b>                      Ejecutar su plan de trabajo                      Presentar informes de cumplimiento</p> <p><b>Actitudinales</b>                      Ser responsable por el cumplimiento de sus objetivos                      Trabajar en equipo                      Escuchar diferentes opiniones                      Hábito de la lectura                      Fluidez oral y escrita                      Aprender a Aprender</p>

solución de discrepancias en el equipo, y los participantes se encargarán de la ejecución de una o varias actividades específicas acordadas en conversaciones con el Jefe de Proyecto.

Con cumplimiento de las funciones de los roles descritos se trabaja en el fortalecimiento de las siguientes competencias, como se muestra en la Tabla 3.

**EL ROL DEL DOCENTE: CONSTRUCCIÓN DE UN FOTOCOLORÍMETRO**

Como ejemplo de aplicación de la metodología propuesta alineada a la técnica didáctica AOP para técnicos y tecnólogos, se presenta el proyecto de construcción de un fotocolorímetro digital.

Contextualizando el ámbito de referencia, se define la fotocolorimetría como una técnica que tiene como objetivo la medición de la absorción de la luz visible en una muestra. Con ello se busca conocer la concentración de una determinada sustancia en una solución, mediante la comparación entre la absorción de la misma frente a la de un patrón con concentración conocida. Es decir, si se desea

realizar la medición de la concentración de una sustancia en una solución se puede utilizar un espectrofotómetro o un fotocolorímetro.

Las aplicaciones relacionadas con esta técnica van desde aplicaciones industriales, pasando por medición de parámetros medio ambientales, hasta aplicaciones médicas.

Entretanto, la implementación de nuevas tecnologías en técnicas como la fotocolorimetría permite la construcción de instrumentos de medición de bajo costo con características de funcionamiento comparables con los dispositivos comerciales, lo que faculta el acceso a esta técnica en nuestro entorno local.

Adicionalmente, la construcción de un fotocolorímetro puede propiciar la aplicación de la metodología AOP, en la que se motiva a los estudiantes a la aplicación de conocimientos previos y a la consecución de nuevos conocimientos, mediante la realización de un prototipo con aplicaciones palpables y en contexto.

En el caso de la formación de técnicos y tecnólogos es importante formar habilidades y

competencias en el saber hacer y en el saber para qué se hace lo que se hace. Entonces se propone guiar a los estudiantes en la construcción del fotocolorímetro proponiendo las siguientes actividades: definir los elementos del proyecto como el cronograma y el presupuesto en la fase inicial, los roles de los participantes, los canales de comunicación al interior del equipo de trabajo y con los expertos externos, así como también, construir el prototipo con las modificaciones a que hubiere lugar en tiempo de ejecución. El éxito de la metodología consiste en motivar y propiciar la búsqueda del conocimiento necesario tanto para el hacer, como para definir los tiempos y los recursos requeridos.

### ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA EL DESARROLLO DEL FOTOCOLORÍMETRO

Para guiar la construcción del dispositivo se proponen las siguientes actividades:

- Revisión del estado del arte: Lecturas sugeridas por el profesor para enfocar el proceso de búsqueda de información de forma autónoma por parte de los estudiantes. En esta etapa se le pide al equipo de trabajo un producto consistente en el uso de una estrategia de enseñanza-aprendizaje como el diagrama de árbol o el cuadro sinóptico para sintetizar la información encontrada acerca de la fotocolorimetría.
- Definición y Diseño del módulo sensor (Emisor y Receptor de luz): De las diferentes opciones que los alumnos podrán encontrar (Cámaras CCD, sensores CMOS, fotorresistencias, fototransistores, Conversores de luz a frecuencia, etc...) deben elegir los que se adapten a los objetivos del curso y a sus conocimientos previos. En esta etapa se puede utilizar la metodología de mesa redonda para la socialización de los conocimientos y requerimientos técnicos asociados con cada una de estas tecnologías y facilitar el proceso de elección consciente de los estudiantes.
- Definición y diseño de arquitectura para las muestras (montaje y geometría de las cubetas

para las muestras): Debido a la naturaleza de las pruebas de fotocolorimetría, el contenedor del dispositivo debe garantizar unas condiciones como por ejemplo la ausencia de luz externa o facilidad para intercambiar el contenedor de las muestras.

- Definición y diseño de módulo de visualización de resultados: Dado que la fotocolorimetría es una prueba analítica, se requiere que los resultados se presenten de forma numérica, el equipo de trabajo debe decidir que tecnologías o métodos utilizara para cuantificar los resultados.
- Definición y diseño de pruebas de validación de funcionamiento del dispositivo construido: Se les pedirá a los estudiantes con el rol de Líder de Proyecto que definan y presenten una propuesta de validación de funcionamiento del prototipo a desarrollar.
- Construcción de módulos diseñados: Los estudiantes con el rol de Participantes deben Liderar y ejecutar según la decisión del equipo de trabajo las diferentes tareas o actividades diseñadas previamente.
- Pruebas de caracterización del prototipo: Esta actividad debe ser realizada por los estudiantes con el rol de Participantes con la Supervisión del Líder o Director de Proyecto según lo requerido por el ciclo de formación.
- Rediseño y modificaciones a partir de los resultados de las pruebas: A partir de los resultados encontrados se deben hacer modificaciones y optimizaciones para lograr los objetivos planteados inicialmente. Es menester del Líder o del Director de Proyecto guiar esta actividad.
- Presentación del informe final: En esta etapa es importante dar la oportunidad a cada miembro del equipo de demostrar los conocimientos adquiridos y su participación en la obtención del producto final con el fin de estimular las habilidades de comunicación oral y escrita.

Cabe resaltar que los alumnos tienen la libertad de definir el alcance que le quieran dar al

proyecto y según esto, deberán incluir o eliminar algunas actividades. Si bien es posible que por falta de conocimientos previos las actividades, tiempos y recursos definidos por los miembros del equipo en un principio para la ejecución de las actividades no sea el más adecuado, las situaciones adversas que se generen debido a esto servirán para formar las habilidades y destrezas que se esperarán de los estudiantes al desempeñarse en un entorno profesional. Será potestad del docente como Director de Proyecto orientar al grupo de trabajo según los roles definidos por ellos mismos para potenciar la adquisición de las competencias y conseguir la culminación del proyecto.

## CONCLUSIONES

En la formación de técnicos y tecnólogos -Ley 749 de 2002-, los docentes deben desarrollar sus estrategias didácticas, fundamentadas en el constructivismo, teniendo en cuenta el aprender haciendo, los conocimientos previos, el aprendizaje significativo y la responsabilidad personal y grupal, con el fin de realizar desde el aula, transformaciones al entorno que conlleven a la mejora de la calidad de vida de las personas y la comunidad en general dedicándole tiempo a la realización de tareas complejas permitan conseguir un aprendizaje más profundo y duradero.

Dentro del grupo de estrategias que se deben privilegiar se encuentran el Aprendizaje basado en problemas, El método de casos y el aprendizaje por proyectos; este grupo de estrategias tienen en común la implicación de las cinco dimensiones del aprendizaje: Actitud positiva del pensamiento, actividades de pensamiento relacionadas con la búsqueda e integración del conocimiento, actitudes del pensamiento relacionadas con el refinamiento y la expansión del conocimiento, uso significativo del conocimiento adquirido y los hábitos mentales productivos para la generación del conocimiento.

Además, estas técnicas tienen en común ubicar al estudiante en el centro del aprendizaje y facilitan al docente la integración de la teoría con la práctica desde los eventos cotidianos,

es decir, poner en práctica lo aprendido basándose en casos y situaciones de la vida real, contribuyendo en la consecución de competencias personales como el pensamiento crítico, la autonomía, la búsqueda y selección de información, la innovación y la criticidad. Como competencias de interrelaciones, estas están presentes en el trabajo en grupo y se relacionan con la toma de decisiones, la comunicación, el dialogo, el consenso.

El rol del docente consiste en ser apoyo para los estudiantes, como guía y facilitador de todo el proceso y se destaca en la evaluación lo relacionado con la retroalimentación que puede provenir de diversas fuentes (ellos mismos, los compañeros, el docente y los expertos). Esta retroalimentación facilita tanto al estudiante como al docente la elaboración de procesos de meta cognición, asegurando el aprendizaje para toda la vida y la realización de soluciones y productos de cara al contexto, es decir, de calidad frente a la pertinencia del entorno.

Se propone una metodología de Aprendizaje Orientado a Proyectos haciendo un paralelo con las prácticas utilizadas por el PMI en el entorno productivo, ajustándolo a las condiciones del entorno académico. Con esto se consigue que los estudiantes vivencien desde el aula los roles y los retos que se pueden encontrar en el ámbito laboral. Lo anterior dinamiza el proceso de aprendizaje promoviendo la interiorización de conceptos y estimulando de forma positiva el aspecto emotivo de las dimensiones del aprendizaje.

Con la elección y puesta en práctica del proyecto Elaboración de un Fotocolorímetro se demuestra las bondades de la técnica Aprendizaje Orientado a Proyectos que a diferencia del aprendizaje basado en problemas y el método de casos, que pueden presentar una solución a problemas y situaciones basándose en un aprendizaje por procesos autogestionados; el aprendizaje por proyectos va más allá de presentar no solo la solución, sino un producto real y concreto que trasciende el trabajo en el aula.

## REFERENCIAS

- Bas Peña, E. (2011). Aprendizaje Basado en Problemas. *Cuadernos de Pedagogía*, 41-44.
- Calik, M., Unal, S., Costu, B., Dede, N., & Ayas, A. (2009). Investigación Sobre Analogías Utilizadas en un Modelo Constructivista de Enseñanza en Cuatro Pasos un Caso Para El Concepto de Atomo. *JOURNAL OF SCIENCE EDUCATION*, 10(1), 36-40.
- Chetty, S. (1996). The case study method for research in small- and medium-sized firms. *International Small Business Journal*.
- Ciro Aristizabal, C. (2012). *Aprendizaje Basado en Proyectos (A. B. Pr.) Como Estrategia de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Básica y Media*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de Psicología*, 153-178.
- De Miguel Diaz, M., Alfaro Rocher, I. J., Apodaca Urquijo, P., Arias Blanco, J. M., García Jiménez, E., Lobato., & Fraile, C. y. (2006). Modalidades de Enseñanza Centradas en el Desarrollo de Competencias Orientaciones para Promover el Cambio Metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- Delgado Mendez, C., & Pérez, M. F. (s.f.). Roles y competencias en Dirección de Proyectos. Madrid, España. Obtenido de [http://www.pmi-mad.org/dmdocuments/ponencia-pmi\\_mad-roles-y-competecias-dp\\_24abril.pdf](http://www.pmi-mad.org/dmdocuments/ponencia-pmi_mad-roles-y-competecias-dp_24abril.pdf)
- Delors, J. (1996). *La Educación Encierra un Tesoro*. Madrid: Santillana.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case of Study Research. *The Academy of Management Review*, 532-550.
- Exley, K., & Dennick, R. (2009). *Enseñanza en pequeños grupos en educación superior segunda edición*. Madrid: Narcea.
- Fernández Guerrero, M. M. (2014). *Enseñanza Diferenciada e Integradora Una Propuesta de Enseñar Para la Vida*. Cartagena: Ediciones TECNAR Cartagena de Indias.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del Oprimido*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Hernández, F. (1998). Repensar la función de la Escuela desde los proyectos de trabajo. *Patio, Revista Pedagógica*, 26-31.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2000). *Las Técnicas Didácticas en el Modelo Educativo del Tec de Monterrey*. Monterrey.
- Lamas Rojas, H. (2008). Aprendizaje Autopregulado, Motivación y RENDIMIENTO Académico. *LIBERABIT*, 15-20.
- León, O. G., & Montero, I. (2003). *Métodos de investigación en psicología y educación*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Martínez Romero, A., & Ortega Sanchez, J. L. (2009). Educación científica de calidad basada en una tecnología oportunamente estratégica. *Química Viva*, 48-55.

Martínez Sánchez, A., & Musito Ochoa, G. (1994). *El estudio de casos para profesionales de la Acción Social*. España: NARCEA.

Marzano, R. J. (1992). *A different Kind of Classroom: Teaching with Dimmension of Learning*. Alexandria.

Prieto, L. (2006). Aprendizaje activo en el aula universitaria: el caso del aprendizaje basado en problemas. *Miscelánea Comillas*, 173-196.

Sarabia Sánchez, F. J. (1999). *Metodología para la investigación en marketing y dirección de empresas*. Ediciones Pirámide.

Wiggins, G. (1989). The Futility of Triying to Teach Everything of Importance. *Educational Leadership*, 44-59.

