

Artículo Original

La estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP): hacia un modelo constructivista en los programas de Ingeniería

David Alberto García Arango¹

Artículo recibido: 10 de septiembre de 2013 / Aceptado: 12 de diciembre de 2013

■ RESUMEN

En el presente texto se abordan temas referentes a la fundamentación teórica de la estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos, iniciando con un análisis histórico, posteriormente pasando por sus distintas definiciones y bases teóricas para finalmente presentar los retos y características para su implementación en las instituciones universitarias. Se pretende dar a conocer la estrategia con miras a un análisis más detallado para su aplicabilidad en los programas de Ingeniería y su articulación con acreditadoras internacionales.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, estrategia de aprendizaje, aprendizaje activo, currículo, ingeniería, CDIO.

¹ Docente, Corporación Universitaria Americana. Licenciado en Matemáticas y Física. Magíster de la Universidad EAFIT, Medellín. Correspondencia: dagarcia@coruniamericana.edu.co

Learning strategy based on projects (LBP): a constructivistic approach in Engineering program

ABSTRACT

Topics related to learning strategy based on projects at the level of theoretical foundation are addressed in this paper. Starting with an historical analysis, then considering its different definitions and theoretical concepts and finally challenges and characteristics for implementation in higher education entities. This paper aims to show the strategy in order to analyze its applicability more detailed within Engineering program context and its links with international accreditors.

Key words: learning based on projects, learning strategy, active learning, curriculum, engineering, CDIO.

A estratégia de Aprendizagem Baseado em Projetos (ABP): a um modelo construtivista nos programas de Engenharia

RESUMO

No presente texto se abordam assuntos referentes à fundamentação teórica da estratégia de Aprendizagem Baseado em Projetos, iniciando com uma análise histórico,

posteriormente passando por suas diferentes definições e bases teóricas para finalmente apresentar as metas e características para sua implementação nas instituições universitárias. Se pretende dar a conhecer a estratégia com mira a uma análise mais detalhada para sua aplicabilidade nos programas de Engenharia e sua articulação com acreditadoras internacionais.

Palavras chave: aprendizagem baseado em projetos, Estratégia de aprendizagem, aprendizagem ativo, currículo, engenharia, CDIO.

INTRODUCCIÓN

Para nadie es un secreto el duro proceso que se lleva a cabo cuando en las instituciones universitarias se busca integrar el proceso académico, el proceso de aprendizaje de los contenidos, con la práctica profesional y las competencias profesionales.

Hasta hace varios años, los contenidos de las carreras se basaban en el aprendizaje técnico mediado por las competencias y lo instrumental; se consideraba competente a aquel aprendiz que dominaba los saberes y procedimientos propios del área del saber específico de desempeño. Era esta pues una educación mediada por lo instrumental.

A medida que se obtuvieron avances en la tecnología y se necesitaba un mayor dominio de la información y conocimientos emergentes, se hizo necesario propender por un conocimiento más enciclopédico y científico de base con miras a generar una estructura conceptual más sólida que permitiese la generación de nuevo

conocimiento en distintos entornos; esto llevó a un detrimento de las competencias profesionales, puesto que ahora se enfocaba más en los problemas y ejercicios de un texto que en los problemas del entorno inmediato.

Es entonces a partir de esta problemática, de esta dificultad de mediar adecuadamente entre los saberes enciclopédicos y los saberes prácticos, que se justifica el análisis de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos como una construcción mediadora que equilibre ambas posturas, se pretende pues exponer de la forma más clara posible los alcances de esta estrategia y la forma en que podría llevarse a cabo en instituciones universitarias.

■ DESARROLLO CONCEPTUAL

Antecedentes históricos

La estrategia de Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL por sus siglas en inglés) se ha ido gestando durante los últimos 30 años cuando durante los años 70 se fundaron distintas universidades que centraban su forma de enseñanza en el estudiante; por ejemplo, la Universidad de Maastricht (Holanda), la Universidad de Linköping (Suecia), el Centro Universitario de Roskilde (Dinamarca) y la Universidad de Aalborg (Dinamarca), con resultados importantes que van desde una más rápida apropiación del conocimiento hasta una reducción significativa de la tasa de deserción [1].

No obstante, el concepto ya se venía trabajando desde el siglo XVI, cuando los arquitectos italianos querían hacer de su trabajo algo más profesional para dejar de

ser simples artesanos y generar condiciones óptimas para su profesionalización.

Se pueden distinguir cinco fases fundamentales de la historia de la estrategia:

1590-1765: Los inicios del trabajo por proyectos en las Escuelas de Arquitectura en Europa.

1765-1880: Se toman los proyectos como un método de enseñanza, se trasplanta la estrategia en América.

1880-1915: Se propende por el trabajo en proyectos en el entrenamiento manual y en las escuelas públicas en general.

1915-1965: Redefinición del método por proyectos y su trasplante desde América de regreso a Europa.

1965-Hoy: Redescubrimiento de la idea de proyecto y su tercera ola de diseminación internacional [2].

No obstante, fue Kilpatrick quien en 1918 con el texto *The Project Method* logró consolidar dicha estrategia en América.

Algunas definiciones

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), es un modelo que organiza el aprendizaje desde los proyectos.

De acuerdo a definiciones basadas en textos de aprendizaje de la estrategia para docentes, los proyectos son tareas complejas basadas en preguntas desafiantes o problemas que implican para el estudiante

el diseño, solución de problemas, toma de decisiones o actividades investigativas; le da la oportunidad al estudiante de trabajar de forma relativamente autónoma por grandes períodos de tiempo y culminar con un producto, bien sea la elaboración de un objeto o una presentación de resultados [3].

Otras características definitorias halladas en la literatura incluyen un contenido auténtico, el docente como facilitador mas no como director, metas explícitas de educación, aprendizaje cooperativo, reflexión e incorporación de habilidades [4].

La diversidad de características definitorias y la poca aceptación universal del modelo ha desencadenado una gran variedad de investigaciones de ABP y actividades de desarrollo. Esta variedad presenta algunos problemas en cuanto a una revisión investigativa.

Así como lo plantean dos autores, la variedad de prácticas con el nombre ABP hace que sea difícil determinar qué es y qué no es ABP, adicionalmente, las diferencias entre posturas del ABP sobrepasan sus similitudes, lo cual hace difícil la construcción de generalizaciones en preguntas tales como la efectividad del modelo, finalmente, hay similitudes entre el ABP y modelos con otras denominaciones como “aprendizaje intencional”, “diseño de experimentos”, y “Aprendizaje Basado en Problemas” [5], [6], [7].

De esta manera, para delimitar mejor el campo de estudio, habrá un enfoque principal en la educación experiencial o aprendizaje activo.

La idea del ABP no es nueva en las instituciones educativas, siempre ha habido tendencia hacia los proyectos y el desarrollo de trabajo interdisciplinar, no obstante, se ha fallado en su implementación adecuada debido a que, quien desarrolla el currículo basado en la estrategia, no basa sus programas en la compleja naturaleza de la motivación del estudiante y el conocimiento requerido para enfrentarse a un trabajo cognitivamente difícil, no se le presta la suficiente atención al punto de vista del estudiante. Otros autores mencionan autenticidad, constructivismo, y la importancia de aprender nuevas habilidades básicas en el intento por describir las diferencias entre ABP y modelos previos relacionados con proyectos [8].

Con el fin entonces de definir claramente el campo de estudio, se mencionan cinco elementos que desde este punto de vista debe tener un modelo basado en proyectos:

Centralidad, preguntas orientadoras, investigaciones formativas, autonomía del estudiante y realismo.

La centralidad, implica que el ABP debe ser el centro del currículo, no debe ser periférico, todo lo que esté fuera del currículo no hace parte del proyecto y viceversa, es decir, el proyecto es el currículo.

Las preguntas orientadoras deben estar implícitas en el ABP, deben llevar a hallar y encontrarse con los conceptos y principios centrales de una disciplina. Según Barron, la definición del proyecto para los estudiantes, debe ser concebida de tal manera que haga una conexión entre actividades y el conocimiento conceptual subyacente que se quiere llevar a cabo [9].

Esto puede llevarse a cabo con una pregunta orientadora. Los proyectos pueden construirse alrededor de unidades temáticas o la intersección de temas desde dos o más disciplinas, pero eso no es suficiente para definir un proyecto. Las preguntas que los estudiantes persiguen, así como las actividades, productos y creaciones que ocupan su tiempo deben ser dirigidas al servicio de un importante propósito intelectual [10].

En cuanto a la investigación, las actividades del proyecto deben acarrear consigo la transformación y construcción del conocimiento por parte de los estudiantes, si las actividades centrales del proyecto no representan dificultad para el estudiante o pueden resolverse con la aplicación de conocimientos o habilidades ya obtenidas, el proyecto es un ejercicio mas no un ABP.

Los proyectos son más conducidos por el estudiante, no se encuentran previamente empaquetados ni tienen guías, no tienen un resultado predeterminado.

Los proyectos son realistas, no inmersos en el mundo de la escuela, los retos se generan desde problemáticas reales del entorno donde la posible solución tiene el potencial de implementarse.

Raíces del ABP

Hay al menos tres ramas de las cuales la investigación en ABP y la práctica de este parecen emerger:

1. Aprendizaje expedicionario [11].

2. Modelos del aprendizaje basado en problemas.

3. Investigaciones universitarias basadas en cognición y aplicaciones de la ciencia cognitiva [12].

Implementación: Algunos retos

Por parte de los estudiantes, se pueden pensar diversas categorías que sortear referentes a la implementación: Generación de preguntas, diseño de investigaciones y planeación de procedimientos, construcción de aparatos y llevar a cabo investigaciones, análisis de datos y construcción de conclusiones y presentación de artefactos.

Para cada caso, se obtienen dificultades como sigue:

Baja generación de preguntas con significado científico, poco manejo del balance entre complejidad de una tarea y tiempo necesario para realizarla, poca transformación de datos y pobre desarrollo de un argumento lógico para defender argumentos [13].

Más específicamente, los estudiantes tienden a responder preguntas basadas en preferencias personales más que en aquellas relacionadas con el contenido científico del proyecto, tienen dificultad de entender el concepto en ambientes controlados, crean diseños de investigación inadecuados para la pregunta de investigación, desarrollan planes incompletos para la recolección de datos, fallan en llevar a cabo planes sistemáticamente, tienden a presentar datos y establecer conclusiones sin describir el lazo entre los dos y a menudo no utilizan todos sus datos en el diseño de conclusiones.

Todo esto apunta a la necesidad de desarrollar múltiples soportes para estudiantes mientras conducen su investigación.

También señala dificultades asociadas con el trabajo sistemático en actividades investigativas, la importancia de mantener la motivación por la investigación, no se tiene suficiente acceso a la tecnología necesaria para llevar a cabo la investigación o las actividades son de muy larga duración, lo cual implica deserción en el proceso [14].

También afirma acerca de la dificultad de algunos estudiantes para trabajar en equipo debido a las pocas habilidades sociales [15].

Para la implementación del ABP, se evidencian problemas por parte de los profesores, como sigue:

Tiempo: Los proyectos a menudo toman más tiempo de lo anticipado.

Manejo de la clase: Con el objetivo de que los estudiantes trabajen más productivamente, los docentes deben balancear la necesidad de permitirles que trabajen por sí mismos, con la necesidad de mantener el orden en la clase.

Control: Los docentes a menudo sienten la necesidad de controlar el flujo de información al mismo tiempo que piensan que la comprensión por parte de los estudiantes debe ser por parte de ellos mismos.

Soporte del aprendizaje del estudiante: los docentes tienen dificultad en servir de andamiaje en las actividades de los estudiantes puesto que algunas veces les dan mucha independencia o muy poca modelación

y realimentación.

Uso de la tecnología: dificultad de incorporar la tecnología en el salón de clase, especialmente como una herramienta cognitiva.

Evaluaciones: se presenta una dificultad especial en diseñar evaluaciones que requieran que los estudiantes demuestren su aprendizaje [16].

Para lograr una buena implementación es necesario un ambiente propicio para que los docentes reflexionen de sus prácticas e intenten llevar a cabo esos nuevos comportamientos de enseñanza en el aula mediante la colaboración de pareja y la continua realimentación. Es en este orden de ideas que se hace absolutamente necesario el trabajo en un currículo con enfoque práctico donde según Stenhouse, se reflexione desde la práctica docente y se configuren y reconfiguren continuamente los saberes, métodos, deseos e intenciones de este con un enfoque claro hacia el objetivo principal de formación [17].

Sage identifica adicionalmente dificultades como el desarrollo de situaciones problema, la dificultad para diseñar situaciones puesto que ellas *per se*, limitan la indagación por parte de los estudiantes, la dificultad de alinear las situaciones-problema con las guías del currículo, la gran cantidad de tiempo que demanda la concepción de situaciones problema y el dilema asociado con el uso de problemas auténticos ya que entre más auténtico sea el problema, más limitada es la capacidad del estudiante para lograr una solución. También afirma dificultades del orden de hallar el tiempo para implementar

los problemas y la forma en que se debe trabajar con grupos muy heterogéneos [18].

Algunos factores escolares que dificultan la implementación del ABP, según Edelson son recursos fijos e inadecuados, horarios inflexibles y tecnología incompatible. A esto, le adiciona, tamaño de los grupos, políticas curriculares del lugar donde se desenvuelve, organización física de la escuela, limitaciones de tiempo disponible para aprender y la necesidad por parte de los docentes por cubrir todos los temas académicos [14], [19].

■ EL ABP, SU APLICABILIDAD EN INGENIERÍA Y LA ACREDITACIÓN INTERNACIONAL

Durante gran parte del siglo pasado, la instrucción en Ingeniería era pensada desde las habilidades prácticas en el medio; a medida que se lograron mayores avances científicos y tecnológicos, este tipo de enseñanza se fue relegando poco a poco y primó una enseñanza basada en las técnicas y habilidades científicas que carece de habilidades prácticas.

El sector empresarial, junto con la organización *Accreditation Board of Engineering and Technology* (ABET), advirtiendo que los egresados de Ingeniería tenían cada vez menos habilidades para enfrentar el mundo laboral y el mundo real plantearon una serie de estándares que fueron creados a partir de

las necesidades reales que debe resolver un egresado de la carrera, los cuales dan cuenta del perfil del ingeniero actual [20].

Se busca un egresado que responda a la pregunta del cómo Concebir-Diseñar-Implementar-Operar [proceso], sistemas complejos de valor agregado en Ingeniería [producto] con una amplia competencia para trabajar en equipo y con suficiente madurez individual de pensamiento.

Históricamente, la puesta en práctica se inicia como Plan Piloto en la Facultad de Ingeniería, después de conocer la experiencia del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*, Estados Unidos) y la de otras instituciones y revisar la literatura disponible al respecto.

Descripción de los procesos:

Concebir: Pensar en estrategias, necesidades del cliente.

Diseñar: Planes, dibujos y algoritmos que permitan describir lo que será implementado. Implementar: Transformación del diseño en el producto, proceso o sistema.

Operar: Todo lo concerniente al mantenimiento, actualización y desinstalación del sistema.

Las iniciales de cada proceso, dan nombre a la estrategia CDIO para Ingeniería.

Figura 1. Competencias del ingeniero según Abet (2011) According to outcomes. Disponible en www.abet.org [21]

A1	Capacidad para aplicar los conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
A2	Capacidad para diseñar y dirigir experimentos, así como para analizar e interpretar datos
A3	Capacidad para diseñar sistemas, componentes o procesos para satisfacer las necesidades con enfoques reales: económicos, ambientales, sociales, políticos, éticos, saludables y seguros, manufacturables y sostenibles.
A4	Capacidad de participar en equipos multidisciplinarios.
A5	Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
A6	Entender la responsabilidad profesional y ética.
A7	Capacidad para comunicarse efectivamente.
A8	La amplia formación necesaria para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto global, económico, ambiental y social.
A9	Reconocimiento de la necesidad y la capacidad de participar en el aprendizaje permanente.
A10	Conocer los problemas contemporáneos.
A11	Capacidad de usar las técnicas, habilidades y herramientas modernas de la ingeniería necesarias para la práctica ingenieril.

Es así como desde dichos lineamientos se plantea el lugar de destino... ahora, es cuestión de los programas universitarios lograr formular el camino que entrelace las demandas científicas y prácticas de la Ingeniería.

La estrategia de aprendizaje CDIO está planteada para tal fin; de igual manera, las dinámicas actuales de la sociedad, una sociedad inmersa en la tendencia hacia la conceptualización del conocimiento como una de las formas predominantes de desarrollo, tienden a posicionar la producción de conocimiento y aprendizaje de las ciencias como uno de los legados culturales más valiosos que puede dejar el ser humano.

Es en este orden de ideas, que la Investigación, como mediadora entre los procesos de enseñanza y aprendizaje propios del ambiente universitario se consolida como uno de los

indicadores de calidad que definen mejor la pertinencia de un plan de estudios; no es gratuito por tanto de que la acreditadora de calidad, ABET la mencione en sus apartes acerca del currículum:

“...1. Currículo: El currículo debe preparar a los graduados para comprender las relaciones de ingeniería entre las tareas de gestión de la planificación, organización, dirección, control, y el elemento de introducción humano, investigación y servicio de organizaciones; para comprender y hacer frente a la naturaleza estocástica de sistemas de gestión. El plan de estudios también debe preparar a los graduados para integrar los sistemas de gestión en una serie de entornos variados...” [22] [Traducción libre].

Los retos que impone la sociedad actual para la Ingeniería de Sistemas se pueden enfrentar

más eficazmente con el uso de la formación en investigación, ya que es a partir de ella que se establecen relaciones de generalización, conceptualización, adecuación y construcción del conocimiento y son las universidades las llamadas a favorecer el caldo de cultivo para tales procesos.

Todo profesional y con mucha más razón, todo ingeniero, tiene la responsabilidad social de poner al servicio de las necesidades de su comunidad aquel conocimiento del cual se apropia; el ingeniero más que ser otro miembro asalariado del sistema empresarial, debería ser un empleador desde sus propias dinámicas de optimización de procesos, un profesional conocedor de las necesidades que se gestan en su entorno, con capacidad de analizarlas, diseñar planes de acción y eventualmente resolverlas, se debería pasar de la solución de problemas extranjeros creados en los libros de texto desde las aulas de clase a los problemas reales de la comunidad.

El ingeniero, desde esta perspectiva se consolida como un agente crítico, constructor e interventor de los distintos sistemas que le rodean, un profesional que va más allá de la pasividad propia de la oficina.

Todo esfuerzo que vaya en pro de la obtención de lo anteriormente planteado es bienvenido, el oficio investigativo es variado, las formas de investigar no pueden ni deben estar sujetas a un solo modelo debido a que precisamente el conocimiento no se adapta a una sola línea de pensamiento, es tan variado como las diversas formas de pensamiento humano.

La investigación, en todas sus formas será ese eje transversal que permitirá la apropiación de al ABP desde los distintos

proyectos, entendidos estos como Proyectos Integradores (PI) que permean el entorno curricular.

Desde la perspectiva ingenieril, varios autores definen los proyectos integradores como una actividad cíclica y única para tomar decisiones, en la que el conocimiento de las bases de la ciencia de Ingeniería, la habilidad matemática y la experimentación se conjugan para poder transformar los recursos naturales en mecanismos y sistemas que satisfagan las necesidades humanas [23].

Los PI se constituyen en una estrategia de apoyo a la reflexión y construcción de conocimiento colegiado desde una perspectiva propia e inscrita en las necesidades de la región.

Adicionalmente, permiten una reflexión desde la práctica docente, facilitando los procesos de autorreflexión y autocrítica del proceso con el objetivo de lograr un currículo orgánico que se construye y deconstruye continuamente desde las dinámicas propias de la sociedad.

Es por tanto que al relacionar la estrategia del ABP con la investigación, surgen los proyectos integradores como la estrategia fundamental de apoyo en el proceso al interior del diseño curricular.

Se deben adicionalmente tener las dificultades anteriormente expuestas en los retos de implementación para poder definir claramente las posibles problemáticas y su subsecuente solución, a continuación un breve esquema relacional entre las líneas de investigación de la universidad, el contexto y por supuesto los proyectos integradores como se observa en la figura 2.

Los proyectos integradores permiten la interrelación entre teoría y práctica y su efecto en el desarrollo tecnológico y social en el cual está inscrito el programa, teniendo en cuenta la relación directamente proporcional entre el desarrollo económico y social.

A continuación se incluyen intervenciones para diversas dificultades que podrían presentarse en la implementación y su subsecuente intervención con el fin de optimizar la estrategia de ABP, junto con la respectiva referencia que la propone:

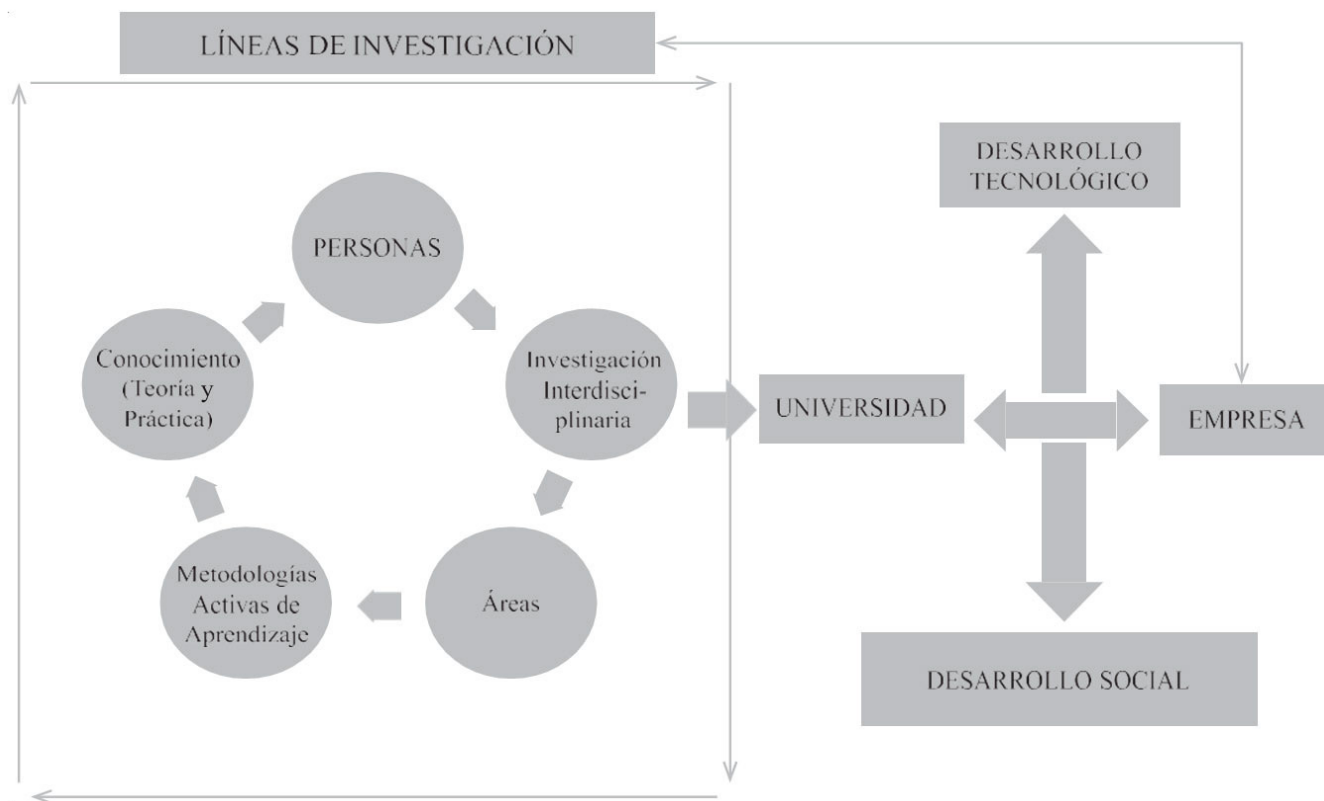


Figura 2. Esquema relacional entre las líneas de investigación y el contexto. Datos obtenidos por el autor.

1. Clima en general

1.1. Deficiencia subyacente (a)

Los estudiantes aprenden más y se articulan más en contextos no escolares.

Intervención

Usar problemas contextualizados que permitan desarrollar entornos generadores de aprendizaje. [24]

1.2. Deficiencia subyacente (b)

Hay mayor trabajo por parte de los estudiantes cuando se sienten expertos en algún tema.

Intervención

Enfatizar en la diferencia entre cumplir tareas y obtener metas de aprendizaje, entre calidad y cantidad [7].

2. ¿Cómo iniciar la investigación?

Realizar preguntas, formular objetivos, planear procedimientos y diseñar investigaciones.

2.1. Deficiencia subyacente (a)

La dificultad de los estudiantes para generar preguntas que lleven a entender y hallar los conceptos fundamentales de un área específica.

Intervención

Promoviendo metas apropiadas de aprendizaje, preguntando por el diseño de planes y el desarrollo de preguntas orientadoras [6].

2.2. Deficiencia subyacente (b)

La dificultad de los estudiantes en formular preguntas que tengan mérito científico.

Intervención

Desarrollo de una plataforma de aprendizaje que permita el uso de pasos para guiar el inicio de investigaciones [25].

3. ¿Cómo direccionar la investigación?

Recolección de datos, búsqueda del conocimiento y construcción de conocimiento.

3.1. Deficiencia subyacente (a)

Dificultad para afrontar situaciones abiertas o semiabiertas.

Intervención

Darles a los estudiantes un conjunto de pasos o procedimientos básicos de investigación [26]

3.2. Deficiencia subyacente (b)

La dificultad de los estudiantes en el proceso de investigación, en otras palabras, toman caminos ambiguos e improductivos, no se enfocan en los objetivos.

Intervención

Proveer procesos de asesoría que dependan y preserven la iniciativa del estudiante permitiendo también la interpretación por parte del docente y la negociación docente-estudiante. "Comunicación Transformadora" [27].

4. El análisis de datos y la construcción de conclusiones

Uso de métodos formales de análisis, herramientas tecnológicas, tener conciencia de cuándo usar la tecnología.

4.1. Deficiencia subyacente (a)

Ineficiencia en el uso de la tecnología, el manejo del tiempo, depuración del trabajo y descomposición del todo en sus partes.

Intervención

Incorporación de un modelo de asistencia técnica que guíe el trabajo tecnológico [28].

4.2. Deficiencia subyacente (b)

La dificultad para construir modelos mentales que permitan guiar la solución de problemas.

Intervención

Promover herramientas computacionales que permitan la visualización y construcción de ideas [29].

5. Adquisición y presentación del conocimiento

Saber cuándo se entendió, saber qué significa ser un experto, monitorear lo que se sabe, demostración de las competencias obtenidas en un determinado campo.

5.1. Deficiencia subyacente (a)

La dificultad de los estudiantes en saber cuándo comprendieron completamente una temática y en reconocer la relación entre el conocimiento y las actividades que permiten la adquisición de conocimiento.

Intervención

Los estudiantes realizarán explicaciones y justificaciones en las diferentes etapas del proyecto [7].

5.2. Deficiencia subyacente (b)

La dificultad de los docentes en el monitoreo de lo que se ha aprendido y decidir cuándo proveer instrucción.

Intervención

Incorporación de autoevaluaciones formativas, creando en el salón de clases una cultura que privilegie la retroalimentación y evaluación continua, dándose así la posibilidad de que los estudiantes comparen su trabajo con otros. Entrenándolos en el aprendizaje recíproco [9].

5.3. Deficiencia subyacente (c)

La adquisición del conocimiento se distribuye desigualmente en el ABP.

Intervención

Se provee un método en el cual diversos grupos de estudiantes se hacen expertos en temas diferentes y luego se reagrupan para compartir su conocimiento con otros. [Método del Rompecabezas] [30].

5.4. Deficiencia subyacente (d)

El conocimiento es limitado a menudo por el contexto en el cual se genera el aprendizaje.

Intervención

Desarrollar problemas transferenciales para la práctica [o evaluación] después de cada actividad del ABP [6].

5.5. Deficiencia subyacente (e)

Algunas veces los estudiantes no toman seriamente su trabajo en el ABP, hacen trabajos superficiales y rara vez revisan sus producciones.

Intervención

Generar oportunidades de presentación de los productos con audiencias externas y diversas formas de presentarlo (reportes, explicaciones, demostraciones) [6], [31].

6. Trabajo Colaborativo

Retroalimentación continua, colaboración en el trabajo escrito, distribución equitativa de trabajo.

6.1. Deficiencia subyacente (a)

El trabajo en equipo por parte de los estudiantes no es colaborativo, ni tiene realimentación, no se articula ni sintetiza el trabajo de cada uno con el trabajo de los demás [32].

Intervención

Entorno colaborativo de aprendizaje [CaMILE].

6.2. Deficiencia subyacente (b)

Existen dificultades en la distribución de trabajo de forma equitativa, les corresponde a los más expertos realizar más trabajo.

Intervención

Estableciendo normas para las responsabilidades individuales, incorporando el método del rompecabezas y la enseñanza recíproca.

Las intervenciones aquí propuestas, y el análisis de las posibles deficiencias subyacentes constituirán una parte fundamental de la elaboración del protocolo de implementación de la estrategia ABP; de esta forma, se hace necesario ahondar más en la temática y diseñar las estrategias que movilicen el proceso.

■ CONCLUSIONES

Uno de los retos actuales de las instituciones universitarias reviste la necesidad de generar espacios de conceptualización que permitan la apropiación de espacios investigativos, los cuales, mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos [ABP] se pueden articular a la dinámica académica.

Las construcción de verdaderos proyectos integradores estará mediada por las dinámicas curriculares, los procesos investigativos y por supuesto el entorno donde se desarrolla, es realmente a través de la voluntad institucional y la creación de

protocolos de integración conceptual que se configuran las buenas prácticas académicas alrededor de los intereses reales de los estudiantes, generándose así un buen caldo de cultivo para el aprendizaje.

La acreditación en alta calidad para un programa universitario está íntimamente relacionada con los procesos investigativos y su articulación con la estructura curricular, una estrategia que posibilita dicho proceso es CDIO, el cual, a la luz de las intervenciones planteadas para la optimización de ABP genera criterios de validación e implementación para obtener los objetivos planteados por la CNA [33].

La concepción de currículo que debe tenerse presente para la construcción de proyectos integradores y la implementación de la estrategia de aprendizaje ABP, debe estar orientada desde una acepción basada en la racionalidad práctica, más que por una racionalidad técnica por cuanto una orientación desde el punto de vista profesional debe estar pensada desde la reflexión de la práctica del docente, la cual repercute en una reflexión sistemática por parte del estudiante acerca de su propio proceso de aprendizaje generándose de esta manera la posibilidad de fortalecer procesos investigativos puesto que la creación de verdaderos proyectos requiere una construcción y deconstrucción constante de lo realizado para resolver cualquier tipo de eventualidades [14].

Un currículo basado en la racionalidad técnica no permite obtener una concepción clara del arte de investigar; el currículo, pensado de esta manera, ha predominado actualmente en las instituciones universitarias, quizá este tipo de enfoque sea útil para una carrera

técnica o tecnológica pero desarticula en un ciclo profesional por cuanto el profesional debe responder más a necesidades del sistema que a sus procedimientos [34].

Las instituciones universitarias deben responder a las necesidades de su entorno, la mejor forma de hacerlo es mediante el vínculo con el sector productivo y social, todo desde la investigación. Los procesos de investigación deben ser dinámicos y no ajustarse a una única estructura; el ABP es, precisamente ese elemento dinamizante.

La implementación del ABP requiere afrontar dificultades que pudieran presentarse debido al tipo de estudiante y docente que se tiene actualmente; se necesita una formación en investigación desde la base, donde se formulen preguntas realmente propicias para plantear estrategias de trabajo y se dé respuesta a las deficiencias subyacentes propuestas en este escrito.

■ REFERENCIAS

- [1] A. Kolmos, "Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos Aalborg University". *Educar* 33, 2004.
- [2] M. Knoll, The Project Method: Its Vocational Education Origin and International Development University of Bayreuth Spring 1997 Volume 34, Number 3, 1997.
- [3] B. F. Jones, C. M. Rasmussen and M. Moffitt, *Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning*. Washington, DC: American Psychological Association, 1997.
- [4] W. Diehl, T. Grobe, H. Lopez and C. Cabral, *Project-based learning: A strategy for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Youth Development and Education, Corporation for Business, Work, and Learning, 1999.
- [5] M. Scardamalia and C. Bereiter, Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media, *Journal of the Learning Sciences*, 1, 37-68, 1991.
- [6] A. L. Brown and J. C. Campione, Psychological theory and the design of innovative learning environments. On procedures, principles, and systems, 1996.
- [7] S. A. Gallagher, W. J. and H. Rosenthal, The effects of problem-based learning on problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 36, 195-200, 1992.
- [8] L. Schauble and R. Glaser (Eds.), *Innovation in learning: New environments for education* [pp. 289-325]. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [9] B. J. S. Barron, D. L. Schwartz, N. J. Vye, A. Moore, A. Petrosino, L. Zech, J. Bransford, The Cognition and Technology Group at Vanderbilt. Doing with understanding: Lessons from research on problem- and project-based learning. *Revista de las Ciencias del Aprendizaje*, 7, 271-311, 1998.
- [10] P. Blumenfeld, E. Soloway, R. Marx, J. Krajcik, M. Guzdial and A. Palincsar, Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26 (3&4), 369-398, 1991.
- [11] D. Udall and L. Rugen, Introduction. In D. Udall and A. Mednick (Eds), *Journeys through*

our classrooms (pp. XI- XXII), Dubuque, IA: Kendall/Hunt, 1996.

[12] R. Berger. *A culture of quality. Occasional Paper*, No. 1, Providence, RI: Annenberg Institute for School Reform, Brown University. 40, 1996.

[13] J. S. Krajcik, P. C. Blumenfeld, R. W. Marx, K. M. Bass, J. Fredricks and E. Soloway. Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students, *The Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350, 1998.

[14] D. C. Edelson, D. N. Gordon and R. D. Pea, Addressing the challenge of inquirybased learning, *Journal of the Learning Sciences*, 8, 392-450, 1999.

[15] C. M. Achilles, S. P. Hoover, *Exploring problem-based learning (PBL) in grades 6-12*. Conferencia presentada en la Annual Meeting of the Mid-South Educational Research Association, Tuscaloosa, AL [ED 406 406], 1996.

[16] R. W. Marx, P. C. Blumenfeld, J. S. Krajcik, M. Blunk, B. Crawford, B. Kelley and K. M. Meyer, Enacting project-based science: Experiences of four middle grade teachers. *Elementary School Journal*, 94, 517-538, 1994.

[17] L. Stenhouse, *La investigación como base de la enseñanza*, Madrid: Ed. Morata, 1987.

[18] S. M. Sage, *A qualitative examination of problem-based learning at the K-8 level: Preliminary findings*. Artículo presentado en la reunión anual de la asociación de

Investigación en Educación, New York. [ED 398 263], 1996.

[19] N. B. Hertzog, *Impediments to a project-based and integrated curriculum: A qualitative study of curriculum reform*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans. ED369185, 1994.

[20] K. Gotees and Ray. *The Integrative Projects*. Chicago: The University of Chicago Press, 1985.

[21] Competencias del ingeniero según Abet According to Outcomes. Recuperado en www.abet.org , 2011.

[22] Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET). Definition of *curriculum*.

[23] Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET). Recuperado en <http://www.abet.org/>

[24] Grupo de Tecnología y Cognición. Universidad de Vandervilt, 1991.

[25] M. Scardamalia and C. Bereiter, Higher levels of agency for children in knowledge building: A challenge for the design of new knowledge media, *Journal of the Learning Sciences*, 1, 37-68, 1991.

[26] L. Torp and S. Sage, *Problems as possibilities: Problem-based learning for K-12 education*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1998.

[27] J. Polman and R. D. Pea, Transformative communication in project science learning

discourse. Asociación de Investigación, Chicago. [ERIC ED407283], 1997.

[28] M. Guzdial, Technological support for project based learning. In C. Dede (Ed.), *Learning with Technology* (pp. 47-72), Alexandria, VA: ASCD, 1998.

[29] Grupo de Tecnología y Cognición, Universidad de Vandervilt, 1991.

[30] A. L. Brown and J. C. Campione, Psychological theory and the design of innovative learning environments. On procedures, principles, and systems. In L. Schauble y R. Glaser (Eds.), *Innovation in learning: New environments for education* (pp. 289-325). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

[31] D. C. D. Klein, H. F. O'Neil, R. A. Dennis and E. L. Baker, The five families of cognitive

learning: A context in which to conduct cognitive demands analysis of technologies. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, 1997.

[32] C. E. Hmelo, M. Guzdial and J. Tums, Computer support for collaborative learning: Learning to support student engagement. *Journal of Interactive Learning Research*, 9 (2), 107-129. 42, 1998.

[33] A. H. Bernal, Responsabilidad Social Universitaria: Aportes Para el Análisis de un Concepto. *El pensamiento universitario*, No. 21, 2011.

[34] R. W. Tyler, *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago: The University of Chicago Press, 1949.