

Ensayos

Hacia una metodología holística para la implementación del ABP en una IES

Recibido: 01-08-2016 Aceptado: 19-03-2018 (Artículo arbitrado)

Resumen

Con base en un detallado análisis sistémico de una robusta variedad de fuentes de carácter científico sobre la técnica didáctica conocida como Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se propone una metodología integral para la implementación de la estrategia didáctica ABP, en las carreras a nivel licenciatura de una Institución de Educación Superior (IES). Se han considerado a los principales agentes involucrados en el contexto del proceso educativo, es decir, el docente, discente, autoridades, infraestructura educativa y sociedad. Se presenta la descripción inicial de las primeras dos etapas y un detalle global de la metodología en sí, lo que permite conocer en su totalidad la propuesta metodológica y las fases y sub fases que la componen. Se espera que la propuesta contribuya a enriquecer el conjunto de herramientas, técnicas, estrategias e investigaciones que fortalecen el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación-retroalimentación, con miras a incrementar la calidad educativa, lo anterior, en referencia a las características propias de la técnica ABP y su trabajo con problemas vinculados al entorno académico y en el sector privado (industria), dadas las propiedades de transversalidad y multidisciplinariedad que exhibe la técnica.

Abstract

A comprehensive methodology for the implementation of the PBL teaching strategy is proposed in an undergraduate degree program in a Higher Education Institution. It is based on a detailed systemic analysis of a robust variety of scientific sources on the didactic technique known as Problem-Based Learning (PBL). The main agents involved in the context of the educational process have been considered, that is to say, the teacher, student, authorities, educational infrastructure and society. The initial description of the first two stages and comprehensive details of the methodology itself are presented which allow for a full understanding of the methodological proposal and the phases and sub phases involved. It is expected that the proposal contributes to the improvement of the set of tools, techniques, strategies and research that strengthen the teaching-learning-evaluation-feedback process with a view to increasing the quality of education. It is hoped that the ABP technique can make a significant contribution given its involvement with problems found in academia and in the private sector (industry), along with its transversality and multidisciplinary properties.

Résumé

Basée sur une analyse systémique détaillée d'une solide variété de sources de caractère scientifique sur la technique didactique connue comme l'Apprentissage Basé sur des Problèmes (ABP), on propose une méthodologie complète de la mise en place de la stratégie didactique ABP dans les filières de licence d'une Institution d'Éducation Supérieure (IES). On a pris en compte les principaux agents impliqués dans le contexte du processus éducatif, c'est-à-dire, le professeur, l'apprenant, les autorités et l'infrastructure éducative et la société. On présente ici la description initiale des deux premières étapes et un détail d'ensemble de la méthodologie en elle-même, ce qui permet de connaître dans sa totalité la proposition méthodologique et les phases et sous-phases qui la composent. On attend de cette proposition qu'elle contribue à enrichir l'ensemble des outils, techniques, stratégies et recherches qui renforcent le processus d'enseignement-apprentissage-évaluation-rétro alimentation, afin d'augmenter la qualité éducative, ce qui fait référence aux caractéristiques propres de la technique ABP et son travail avec des problèmes liés au milieu académique et au secteur privé (industrie), en raison des propriétés de transversalité et multidisciplinarité qu'offre la technique.

M. A. López-Cuachayo¹

C.I. Mota-Hernández²

R. Alvarado-Corona³

¹marco_lopez_c@hotmail.com

²curthis@gmail.com

³rafamort@hotmail.com

Palabras clave: ABP, Institución de Educación Superior, Ingeniería, Metodología, Sistémico.

Keywords: PBL, Higher Education Institution, Engineering, Methodology, Systemic. **Mots-clés :** ABP, Institution d'éducation Supérieure, Ingénierie, Méthodologie, Systémique

Introducción

Se considera que en las economías emergentes, la generación y aplicación de estrategias y técnicas didácticas, así como de diversas propuestas metodológicas, permite y fomenta procesos de creatividad fortaleciendo la innovación y mejorando la calidad educativa en dicho sector. Dado lo anterior, se considera fundamental que el proceso de enseñanza-aprendizaje, no se acote a esas dos únicas etapas, sino que

¹Universidad Nacional de México (UNAM) Facultad de Ingeniería (FI).

^{2,3} Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI), Departamento de Investigación y Desarrollo Tecnológico (DIDT).

su enriquecimiento plasme de forma explícita el ciclo completo de enseñanza-aprendizaje-evaluación-retroalimentación. Por otro lado, los problemas presentados en la educación mexicana son múltiples, diversos y robustos, muchas de las políticas que se han aplicado en el transcurso de los últimos años, han dado resultados que podrían mejorar más allá de los indicadores básicos propios del sistema educativo. La Universidad Nacional Autónoma de México (Narro, et al., 2012), generó una investigación que busca aportar razones, elementos de análisis, ejemplos de otros países, objetivos, metas y acciones para emprender la urgente transformación de la educación mexicana. Entonces, es importante reflexionar sobre los principios de la educación y los sujetos que se quieren formar (Chehaibar, et al., 2012). Esto denota que es necesario producir conocimiento sólido y que invite a la reflexión, aportando ideas con base en el análisis detallado, orientando la educación hacia una formación laboral y profesional que contribuya, a su vez, a desarrollar el enfoque de competencias, diseñando metodologías y estrategias de aprendizaje que permitan integrar componentes necesarios para conectar futuros profesionistas con el mundo del trabajo que les den la oportunidad de abordar y resolver problemas nuevos con creatividad. (Tobón, 2006)

En México, se ha intentado implementar el ABP en instituciones públicas y privadas realizando diversos análisis y estudios en diferentes campos de aplicación. El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (Polanco et al., 2004) a partir del año 1997 inició el proyecto “Principia”, implementando el ABP en los primeros semestres de las licenciaturas, pero el desarrollo conllevó a considerar técnicas y estrategias aunadas al ABP. Por tal motivo, se propone una metodología de carácter sistémico, transversal, robusta, que busca aportar principalmente en carreras a nivel licenciatura de Instituciones de Educación Superior (IES). La metodología contempla generar un problema que pueda evaluar el aprendizaje adquirido por el estudiante en la mayoría de las materias cursadas por bloque, en donde cada bloque puede ser trimestral, tetramestral, semestral, entre otros. Está conformada por 5 etapas,

cada una con 2 o 3 fases, según corresponda, y procedimientos para realizar cada una de ellas. Todo esto, como resultado de revisar y evaluar proyectos integradores del curso de ABP que se ha puesto en práctica en una IES pública estatal desde el semestre 2016-1. La figura 1 representa las etapas de la metodología propuesta.

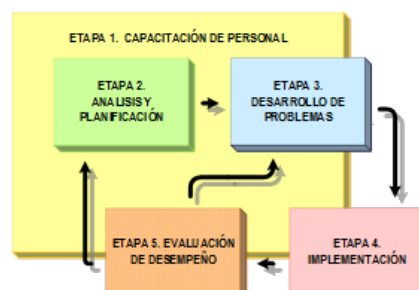


Figura 1. Metodología para implementar ABP en las carreras de nivel licenciatura en una IES (Fuente Propia).

Las etapas de la metodología constan de las siguientes fases:

1. Capacitación
2. Análisis y planificación
 - 2.1. Equipo de trabajo
 - 2.2. Retícula y temarios
 - 2.3. Análisis de actores
3. Desarrollo de problemas
 - 3.1. Problemas por semestre
 - 3.2. Generación de problemas
 - 3.3. Requerimientos
4. Implementación
 - 4.1. Implementación en el aula
 - 4.2. Implementación docente
5. Evaluación de desempeño
 - 5.1. Impactos y vulnerabilidades
 - 5.2. Actualización

Las etapas y fases de la metodología se muestran a detalle en la figura 2.

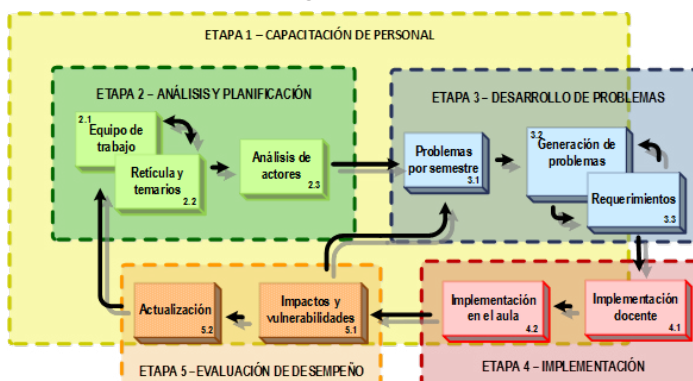


Figura 2. Etapas y fases de la metodología para implementar ABP en las carreras de nivel licenciatura en una IES (Fuente Propia).

Etapa 1. Capacitación de personal

Objetivo de la etapa: Desarrollar en el personal de una IES conocimiento fundamental para la correcta implementación del ABP en carreras de nivel superior.

Importancia de la etapa: Es importante concientizar al personal y a los estudiantes de la nueva forma de trabajo que implica la utilización del ABP en las carreras de nivel superior.

Método de verificación de la etapa: Uno de los indicadores fundamentales para verificar la correcta aplicación de la etapa es la disminución constante de las dificultades y barreras que se pueden presentar por parte de las autoridades y alumnos.

Varios métodos y técnicas para implementar el aprendizaje basado en problemas (ABP) se han utilizado dentro del aula de clases. Sin embargo, se ha llevado como una práctica poco adecuada para obtener resultados óptimos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en varias IES. Por otro lado, la aversión al cambio que se presenta durante el proceso de inducción y desarrollo, es un factor importante

que influye en la correcta aplicación del ABP en las carreras de nivel superior de las IES. Según el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM, 2016), los estudiantes que se enfrentan por primera vez a este método de enseñanza-aprendizaje, presentan diferentes etapas antes de poder asumir el rol que deben desempeñar y aceptar la nueva forma de trabajo. Es común que se presente resistencia, debido a la costumbre a métodos de educación tradicional. En la figura 3 se presenta la evolución situacional por bloque empleando ABP, en donde se aprecia la etapa compleja y/o caótica y el orden potencial que se logra al implementar el método de forma adecuada.

De acuerdo a lo expuesto con anterioridad, la primera etapa, y una de las más importantes, es la capacitación con respecto al ABP. Es de vital importancia reducir el tiempo de aceptación del método y el correcto desarrollo e implementación. En la figura 4 se pueden observar los pasos a seguir de la etapa 1 de la metodología propuesta.

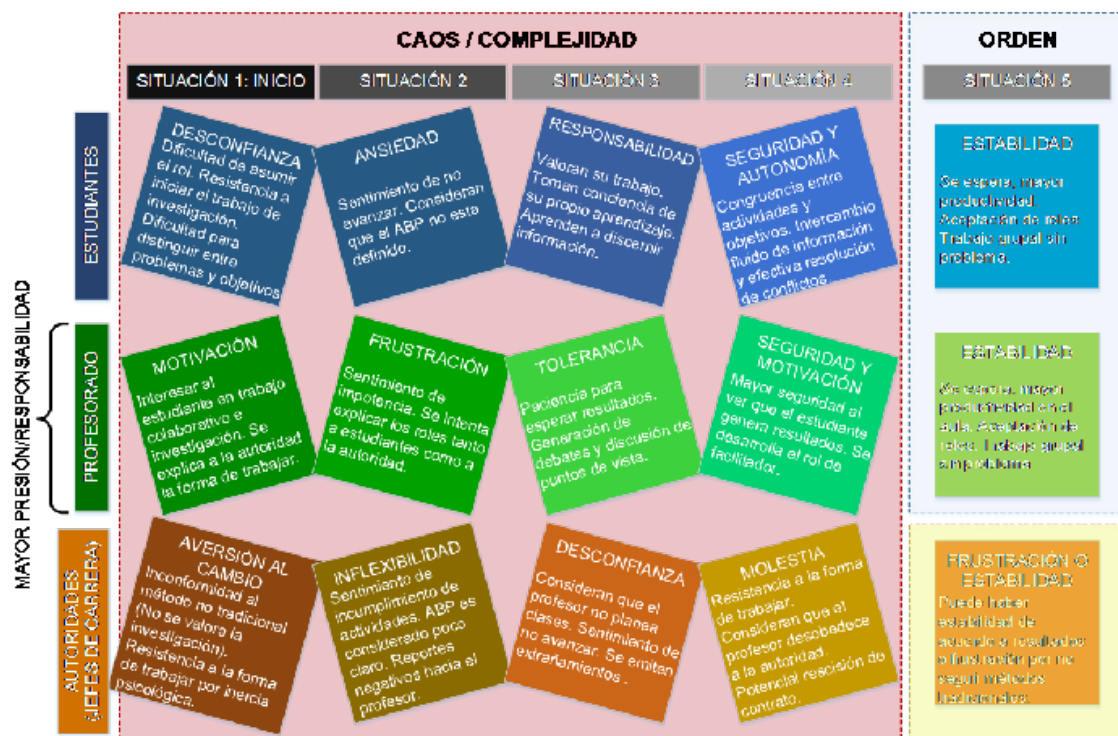


Figura 3. Evolución situacional por bloque empleando ABP (fuente propia)

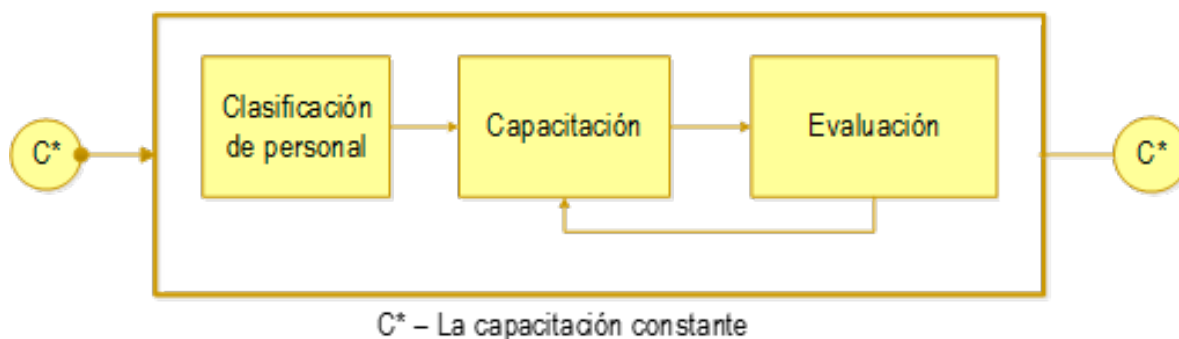


Figura 4. ETAPA 1 - Capacitación de personal.

Cada uno de los pasos de la etapa 1, de la metodología desarrollada, se explica a continuación.

a) Clasificación de personal.

Las carreras de nivel superior están identificadas por división, coordinación, o área de trabajo, dependiendo de la IES. En el ABP, hay diversos roles que deben de tomar los puestos de trabajo. Si se capacita de manera constante y de acuerdo con el puesto que se está desempeñando en la implementación del ABP, se contribuirá a reducir las dificultades y barreras que se puedan presentar a lo largo del desarrollo e introducción del nuevo método de aprendizaje, debido a la aversión al cambio e inercias psicológicas que se puede suscitar.

Dentro del personal de cada carrera a nivel superior están involucrados puestos de trabajo, que pueden ser:

- **Plantilla docente:** Los cuales deben capacitarse para desarrollar y fungir como facilitadores o guías en la materia.
- **Jefes de departamentos.** Es importante mencionar, que la mayor dificultad al implementar el método ABP en una licenciatura se presenta con los mandos medios o coordinadores de las respectivas carreras de una IES, dadas las resistencias que se presentan.
- **Administrativos.** Debido a que muchas de las actividades en ABP, necesitarán el apoyo de diversas áreas de trabajo.
- **Directivos.** Son los que establecerán y darán la instrucción de los métodos y las técnicas que se utilizarán, se espera su apoyo en la implementación de la técnica.

Por otro lado, los estudiantes son los principales beneficiados al aprender con este método de

aprendizaje, también en ellos se presenta una gran resistencia al ABP si vienen de instituciones dedicadas a la enseñanza tradicional.

b) Capacitación.

El proceso de capacitación es constante y se presenta a lo largo de todo el desarrollo e implementación de la metodología. Es importante mantener asesoría constante con expertos en ABP y con los responsables directos de la generación de cada problema. La capacitación se presentará en todas las etapas y fases que sea necesaria y para todos los puestos de trabajo.

c) Evaluación.

Después de recibir cada curso de capacitación, es necesario una evaluación adecuada para visualizar la comprensión del nuevo método.

Etapa 2. Análisis y planificación

Objetivo de la etapa: Recopilar la información necesaria y formar el equipo de trabajo óptimo que ayude a desarrollar los problemas con el enfoque ABP en carreras de nivel superior.

Importancia de la etapa: La mayoría de las carreras de nivel superior están planeadas con un enfoque de educación tradicional o por competencias, por tal motivo es importante recopilar la información necesaria y generar un equipo de trabajo tomando en cuenta el perfil profesional de los integrantes y sus cualidades personales, ya que de ellos dependerá la formación académica de varios profesionistas.

Método de verificación de la etapa: La alta dirección debe estar conforme con el equipo de trabajo generado y contar con la información completa de la carrera.

Existen instituciones como la Escuela de Ingeniería de Manchester (2009) de Inglaterra que

comenzó a aplicar el ABP como método principal de enseñanza, organizando el contenido curricular alrededor de problemas en lugar de temas o disciplinas. Sin embargo, la mayoría de los planes de estudios de las diversas IES están diseñados con enfoques distintos al ABP, esto conlleva a que sea difícil que un problema evalúe la totalidad de materias que contempla un bloque, pero si se puede tratar de introducir la mayor cantidad de materias. La etapa 2 se refiere al correcto análisis de la situación actual de la carrera de nivel superior en la que se quiere implementar el ABP y la elección del equipo de trabajo. Está compuesta por 3 fases.

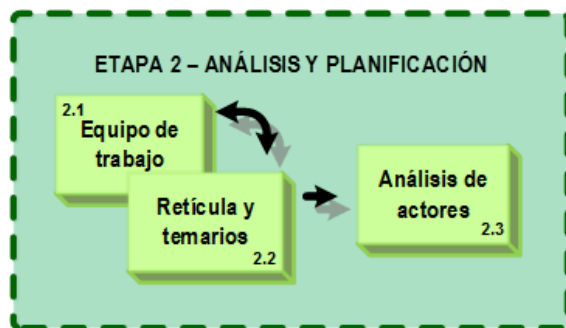


Figura 5. ETAPA 2 - Análisis y planificación

A continuación, se explica a detalle cómo llevar a cabo cada una de las fases propuestas.

2.1. Equipo de trabajo

La fase 2.1 se refiere a la elección correcta del personal que conformará el equipo de trabajo, consta de 4 pasos, los cuales deben desarrollarse de la forma descrita en la figura 5.

Cada uno de los pasos de la fase 2.1 se explica a continuación.

a) Identificar integrantes.

Se debe recolectar toda la información necesaria de cada miembro que conforma la carrera profesional o división en la que se requiere implementar el ABP, considerando toda la experiencia profesional en la industria y académica.

v Dentro de cada carrera a nivel superior se cuenta con:

- **Plantilla docente:** Profesores dedicados a impartir asignaturas a lo largo de la carrera.
- **Jefes de departamentos.** Coordinadores de las respectivas carreras en una universidad o IES.
- **Administrativos.** Secretarías, soporte técnico, servicio social, entre otros.
- **Directivos.** Encargados y directores de la universidad con cargos de liderazgo.
- **Estudiantes.** Alumnos inscritos en la carrera profesional a implementar el ABP.
- **Externos.** Dentro de algunas IES, existen áreas de vinculación e incubadoras, en donde puede haber recurso humano que puede integrarse al equipo.

b) Estudiantes.

En este paso se pueden elegir estudiantes que cuentan con experiencia empírica, debido a que hay alumnos que trabajan al mismo tiempo que estudian la carrera; estudiantes de los últimos semestres, que hayan demostrado buen desempeño académico y egresados con un tiempo de máximo 3 años que concluyeron sus estudios que se desenvuelvan en la industria.

c) Expertos en la materia.

Después de tener la información del personal que conforma cada una de las carreras, se deben elegir a los docentes que demuestren experiencia académica y empresarial, capaces de realizar los problemas que

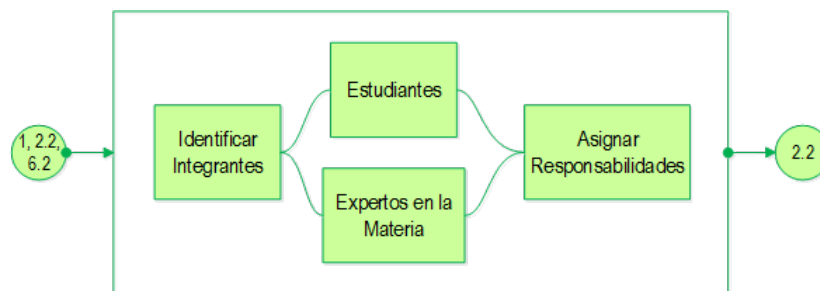


Figura 6. Fase 2.1. Equipo de trabajo.

se aplicarán en cada semestre de la licenciatura a cursar.

d) Asignar responsabilidades. Se debe considerar, el asignar un líder de proyecto para coordinar los tiempos de entrega y la asignación de responsabilidades o posibles subequipos de trabajo que realizarán y revisarán cada uno de los problemas propuestos por bloque, considerando que:

$$B=SE$$

en donde

SE=Número de subequipos

B= Número de bloques

Hay que considerar que se debe establecer un equipo multidisciplinario, buscando siempre la sinergia. Es importante destacar que existen especialistas de diversas áreas, de acuerdo a varios factores como: el trabajo que han desempeñado por muchos años, los cursos, diplomados y posgrados cursados; desarrollando así diversas habilidades que se pueden fomentar en el estudiante. Para ello es necesario analizar con detención las habilidades profesionales y características personales de los individuos a convocar. El número de integrantes de equipo de trabajo se establece de acuerdo al número de bloques y al número de materias por bloque que contiene el plan de estudios de la licenciatura a cursar, por lo que se establecieron 2 materias como máximo para descartar, de tal manera que el número de integrantes quedará establecido como:

$$B < I \leq \frac{\sum_{j=1}^B (M-2)}{\bar{P}}$$

en donde:

I=Número de integrantes del equipo

M=Número de materias por bloque en la retícula

B=Número de bloques

$\bar{P}$ =Promedio de materias diferentes que imparten los profesores de la carrera en un bloque.

El promedio de materias que imparte un profesor por bloque se obtiene mediante la ecuación de la media: en donde:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

P_i =Número de materias diferentes que imparte en un bloque un profesor en la carrera

n =Número de profesores en la carrera de licenciatura

Nota: Es importante mencionar que, en caso de querer contemplar en el equipo de trabajo a estudiantes o externos, se considerará de 1, el número de materias que imparte un profesor en la carrera.

La fase 2.1 y la fase 2.2 se realizan a la par, debido a que el número integrantes depende de la retícula de la carrera, y ésta es analizada en la fase 2.2.

Posteriormente el líder del proyecto integrará los subequipos de trabajo, considerando que cada integrante puede tener a su cargo como máximo de materias el promedio de materias que imparte un profesor en la carrera, es decir:

$$M_{ABP} \leq \bar{P}$$

en donde:

M_{ABP} = Número de materias que un integrante es responsable en la formulación de problemas

$\bar{P}$ =Promedio de materias diferentes que imparten los profesores de la carrera en un bloque.

Es importante destacar que las materias que se asignen a cada integrante pueden ser de diferentes bloques.

2.2. Retícula y temarios

Es importante que los problemas a desarrollar fomenten en el estudiante el interés y el desarrollo de habilidades para obtener el aprendizaje y las experiencias que necesitarán en su futuro profesional. De acuerdo a lo descrito, la fase 2.3 hace referencia

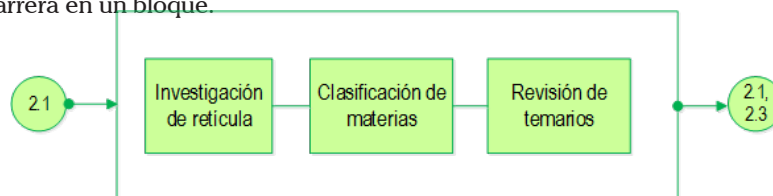


Figura 7. Fase 2.2. Retícula y temarios

a la recopilación y análisis de las materias que se imparten en cada bloque y está compuesta por 3 pasos. Ver figura 7.

A continuación, se explica cada uno de los pasos establecidos para la fase 2.2.

a) Investigación de retícula.

En esta fase se deben de recopilar las materias que se imparten a lo largo de la carrera. Hay que considerar que existen las carreras de nivel licenciatura en donde en los últimos bloques se dividen por especialidades.

b) Clasificación de materias.

Después de recopilar la información necesaria se deben clasificar las materias por bloque y orden de importancia, de tal manera que para pasos posteriores sea más fácil identificar la materia eje.

c) **Revisión de Temarios.** Después de tener las materias es importante recopilar los temarios para identificar correctamente los objetivos, las competencias a desarrollar y el tema principal de cada una de las materias que se contemplarán para la realización del problema o problemas por bloque.

2.3. Análisis de actores

Dentro de un aula de clases se aloja una serie de procesos tanto individuales como sociales los cuales están integrados dentro de otro de mayor envergadura: educación. (Quezada, 2008). Al analizar una carrera para implementar ABP, se observa que ésta se relaciona con individuos y elementos que influyen entre sí, de tal forma que difícilmente se puede implementar la metodología y/o estrategia de aprendizaje sin la colaboración de todos los involucrados. Jaeger y Adair (2013) publicaron un estudio en donde se identificaron las percepciones de un ambiente de aprendizaje basado en problemas en estudiantes de ingeniería y analizaron la influencia de su situación personal, interés general en la carrera y la capacidad de tener éxito en su percepción, después de haber sido expuestos a ABP por primera vez obteniendo en el análisis que se requiere de un entorno ABP que consiste en el apoyo del facilitador en el aprendizaje, la responsabilidad de los estudiantes y la calidad del proyecto, con fuertes influencias de la situación personal de los alumnos en la calidad del proyecto. La fase de análisis de

actores se enfoca a realizar un análisis minucioso de lo que implica la carrera a estructurar, realizando un análisis sistémico con ayuda del equipo de trabajo propuesto, en la fase 2.1 y 2.2. Se refiere a un diagnóstico, tanto participativo como descriptivo, el cual comprende la recopilación de información de las necesidades que tanto las empresas como la academia y la investigación necesitan en la formación de profesionistas.

Esta etapa es importante debido a que es muy frecuente que el diagnóstico sea erróneo puesto que se pueden entender mal las causas y las relaciones entre las necesidades o se pueden planificar y generar problemas poco viables. Si se estudian correctamente las habilidades y conocimientos que debe desarrollarse en el estudiante y se ubica en el contexto principal con todos los agentes involucrados, tomando en cuenta las relaciones entre cada uno de ellos y haciendo un correcto análisis, es posible disminuir los errores que se presentan con frecuencia durante la realización de los problemas. La figura 8 muestra el procedimiento para realizar la fase 2.3.

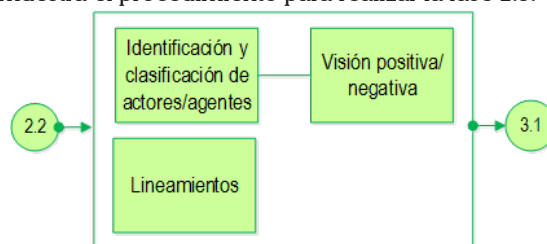


Figura 8. Fase 2.3. Análisis de actores.

Cada uno de los pasos de la fase 2.3 se describen a continuación.

a) Identificar actores/agentes integrantes.

Se deben identificar los actores involucrados en la enseñanza-aprendizaje de la IES, éstos pueden ser, agentes humanos, entidades u otros. Algunos de los agentes principales pueden son:

- Alumnos
- Docentes
- Autoridades (Jefes de carrera, directivos, entre otros)
- Materias
- Bloques (tetramestre, cuatrimestre, semestre, entre otros)
- Empresas
- Infraestructura

- Administrativos
- Directivos

b) Visión positiva/negativa.

Para cada agente identificado en el paso anterior es necesario describir el estado actual y cómo considera que cambiaría después de implementar el ABP. Más que ventajas y desventajas, se refiere a empatizar con el agente y visualizar qué consecuencias buenas y malas encuentran en la forma en que cada uno de ellos se desempeñan.

c) **Lineamientos.** En cada IES existen políticas y procedimientos que determinan la forma de llevar a cargo los diferentes puestos. Es necesario considerar cada una de ellas y contemplar si son limitantes en algún momento para la implementación del ABP, para de ser necesario, realizar las adecuaciones pertinentes.

Etapa 3. Desarrollo de problemas

Objetivo de la etapa.

Generar los problemas por bloque de una carrera de nivel superior, indicando requerimientos, con el enfoque de ABP.

Importancia de la etapa. De este paso depende la correcta formación del estudiante y el correcto desarrollo de habilidades y conocimientos encaminados a cubrir las necesidades de las empresas y la investigación.

Método de verificación de la etapa. Utilizar herramientas de evaluación de calidad para identificar si se está cumpliendo con las necesidades de las empresas, visualizar los resultados obtenidos en las etapas 4 y 5.

La etapa 3, consiste en todo lo relacionado a la elaboración de los problemas que se implementarán en la enseñanza por bloque de los estudiantes de la carrera de nivel superior en una IES. Cecilia K. Y.Chan (2014) realizó un estudio que proporciona evidencias cualitativas de profesionales de la educación en diversas disciplinas en Irlanda y Hong Kong, en temas identificables que afectan la eficacia del proceso de ABP: el problema real, la evaluación, pre-universitario cultura de aprendizaje de los estudiantes y el papel del facilitador. En Estados Unidos James

N. Warnock (2015) hizo un estudio de caso en estudiantes para identificar si el ABP permite el desarrollo de la comunicación, el trabajo en equipo, resolución de problemas y el aprendizaje autodirigido y obtuvo evidencia empírica de la eficacia de ABP en el aprendizaje de los estudiantes, hallazgos y percepciones que podrían ser útiles para profesores e investigadores interesados en ABP en la enseñanza de la nivel superior. Considerando los conocimientos, las herramientas y el equipo de trabajo que los estudiantes deben contemplar para comenzar a resolver adecuadamente los problemas, así como las habilidades y los conocimientos que se deben desarrollar en los estudiantes en el proceso de resolución. En Alemania (Balve et al.,2015), investigadores describen el concepto de fábrica de aprendizaje en la Universidad de Heilbronn que está diseñado para cumplir con los requisitos a nivel empresarial, que cubre una amplia gama de actividades industriales, desarrollando una representación detallada de la estructura de los cursos, así como una fuerte evidencia de su potencial para mejorar las habilidades blandas de los alumnos como la capacidad de comunicarse con éxito las cuestiones técnicas, cooperar con eficacia, y la capacidad general de llevar la teoría a la práctica. La figura 9 muestra las 3 fases que componen la etapa 3 de la metodología.

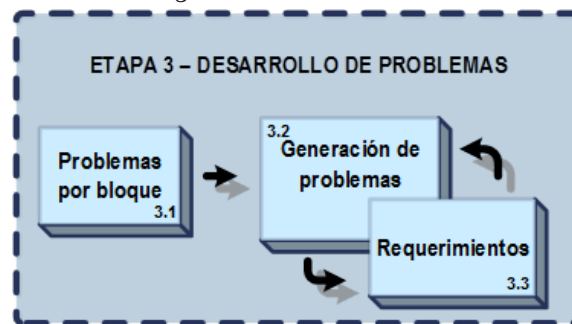


Figura 9. ETAPA 3 - Desarrollo de problemas.

3.1. Problemas por bloque

La fase 3.1 se trata del análisis de la información recabada con respecto a materias, temas por materia, objetivos, competencias, entre otros. Está compuesta por tres pasos que se explican a continuación. (Ver figura 10).

Los pasos de la fase 3.1, así como las etapas subsecuentes serán descritas a detalle en un documento de análisis e investigación subsecuente,

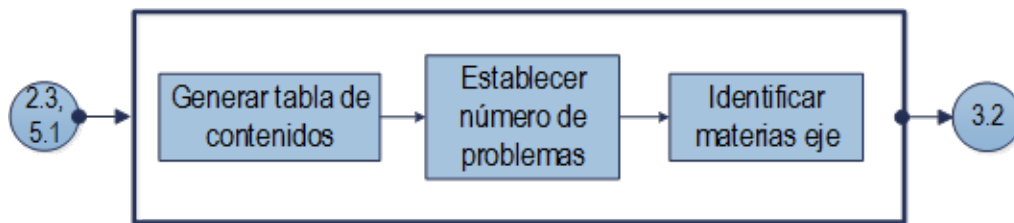


Figura 10. Fase 3.1. Problemas por semestre.

desarrollado de forma colegiada por los autores del presente.

Conclusiones

Una metodología de carácter sistémico, integral, robusta y sólida que invita a la reflexión, desarrollada con base en un riguroso análisis de fuentes sólidas, qué presenta por primera ocasión el rigor matemático en la conformación de equipos en ABP a través de la propuesta de ecuaciones, fue presentada y descrita en sus primeras etapas, con la idea de aportar en la implementación de la técnica didáctica conocida como ABP, que se emplea en IES de países reconocidos por su calidad educativa y que desarrollan el ciclo completo de enseñanza-aprendizaje-evaluación-retroalimentación. Con base en el análisis sistémico robusto realizado, al interpretar los resultados, es posible sugerir que el aprendizaje basado en problemas tiene el potencial de ser aplicado en carreras a nivel superior del área de ingeniería y en otras licenciaturas y áreas del sector educativo, fortaleciendo el vínculo entre el sector privado a nivel industria y las instituciones educativas, favoreciendo a los actores involucrados, incluyendo a la sociedad en general. Cabe destacar la relevancia en el diseño de los problemas en ABP, ya que los mismos pueden ser propuestos tanto por el profesor en forma individual o colaborativa, así como por los propios discentes. La metodología holística presentada es robusta, aporta e invita a la reflexión, enriqueciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación-retroalimentación. Sin embargo, es requerido un compromiso institucional que englobe e involucre activamente a los participantes y/o principales actores, ya que ABP incluye la participación de docentes, alumnos, autoridades, sociedad y empresas. Un solo agente motivado difícilmente llevará a cabo el proceso completo por sí mismo sin apoyo y guía suficientes y adecuados. Son de destacar las propiedades de

transversalidad y multidisciplinariedad que exhibe la metodología sistémica propuesta para implementar el ABP en las carreras a nivel licenciatura en una IES, incrementando su potencial de uso.

Agradecimientos

Los autores agradecen y reconocen a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), al Tecnológico de Estudios Superiores de Cuautitlán Izcalli (TESCI), SEP, CONACYT y a todas y cada una de las Instancias, Instituciones, organizaciones, investigaciones y autores que de uno u otro modo han contribuido a la realización de la presente investigación.

Bibliografía

- Balve, Patrick; Matthias Albert; (2015). Project-based Learning in Production Engineering at the Heilbronn Learning Factory, *Procedia CIRP*, Volume 32, 2015, Pages 104-108, ISSN 2212-8271, <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.215>.
- Chehaibar Náder, Lourdes M.; Alcántara Santuario, Armando; Athié Martínez, Ma. José; Canales Sánchez, Alejandro; Díaz Barriga, Ángel; Ducoing Watty, Patricia; Inclán Espinosa, Catalina; Márquez Jiménez, Alejandro; Pontón Ramos, Claudia; Valle Flores, Ángeles; Ruiz Larraguível, Estela & Zorrilla Alcalá Juan Fidel; (2012). "Diagnóstico de la educación", en José Narro Robles, Jaime Martuscelli Quintana y Eduardo Bárzana García (coords.), *Plan de diez años para desarrollar el Sistema Educativo Nacional*, UNAM, México DF, 2012, pp. 21-58.
- Cecilia K.Y. Chan, (2014). Facilitators' perspectives of the factors that affect the effectiveness of problem-based learning process, *Innovations in Education and Teaching International*, Pages 25-34, Septiembre 2014, ISSN 1470-

- 3297 (Print), 1470-3300 (Online), DOI: 10.1080/14703297.2014.961501
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM, Recuperado el 12 de enero de 2016 de: <http://sitios.itesm.mx/va/dide/documentos/inf-doc/abp.pdf>
- James N. Warnock, M. Jean Mohammadi-Aragh, (2015). Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills, *European Journal of Engineering Education*, Mayo 2015, ISSN 0304-3797 (Print), 1469-5898 (Online), DOI: 10.1080/03043797.2015.1040739
- Manchester, School of Engineering at Manchester. A School-wide Implementation. www.pble.ac.uk/pble_sd/school-wide-pbl-in-manchester.pdf. Consultado el 15 de enero de 2009.
- Martin Jaeger, Desmond Adair, (2014). The influence of students' interest, ability and personal situation on students' perception of a problem-based learning environment, *European Journal of Engineering Education*, Volume. 39, Iss. 1, 2014, Pages 84-96, ISSN 0304-3797 (Print), 1469-5898 (Online), DOI: 10.1080/03043797.2013.833172
- Narro Robles, José; Martuscelli Quintana, Jaime y Barzana García, Eduardo (Coord.).(2012). Plan de diez años para desarrollar el Sistema Educativo Nacional. [En línea]. México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM <http://www.planeducativonacional.unam.mx>
- Polanco, Rodrigo; Calderón, Patricia & Delgado, Francisco. (2004). Effects of a problem-based learning program on engineering students' academic achievements in a Mexican university. *Innovations in Education and Teaching International* Vol. 41, No. 2, May 2004.
- Quezada Ariel, Canessa Enrique. (2008). La complejidad de los procesos educativos en el aula de clases. *Educación*, Curitiba, n. 32, p. 103-119, 2008. Editora UFPR
- Sergio Tobón, (2006). Aspectos básicos de la formación basada en competencias, Documento de Trabajo 2006, Proyecto Mesesup, Talca, 2006, pp. 1-8.