

## **Construcción de objetos virtuales de aprendizaje para ingeniería desde un enfoque basado en problemas<sup>1</sup>**

### **Construction of virtual learning objects for engineering from a problem-based approach**

### **Construction d'objets virtuels d'apprentissage en génie d'après une approche par problèmes**

#### **Eucario Parra Castrillón**

Ingeniero de Sistemas  
Magíster en Educación  
Facilitador e investigador  
Fundación Universitaria Católica del Norte  
Correo: [jeparrac@ucn.edu.co](mailto:jeparrac@ucn.edu.co)

#### **Alexánder Narváez**

Ingeniero Informático  
Facilitador e investigador  
Fundación Universitaria Católica del Norte  
Correo: [anarvaez@ucn.edu.co](mailto:anarvaez@ucn.edu.co)

**Tipo de artículo:** Reflexión derivada de investigación  
**Recepción:** 2010-07-12  
**Revisión:** 2010-08-18  
**Aprobación:** 2010-09-02

---

<sup>1</sup> Proyecto de investigación: *Diseño y despliegue de objetos de aprendizaje basados en problemas, para la formación en áreas específicas de Ingeniería Informática*. Grupo Ingeniería Informática de la Católica del Norte. Fecha de inicio de la primera fase del proyecto: Junio de 2009. Fecha de terminación de esta fase: julio de 2010.

---

## Contenido

1. Introducción
2. Los aprendizajes en la ingeniería
3. El aprendizaje basado en problemas (ABP)
4. Entornos abiertos de aprendizaje
5. Objetos virtuales basados en ABP
6. Aportes curriculares y pedagógicos
7. Conclusiones
8. Lista de referencias

### Resumen

Los aprendizajes en la ingeniería implican tipos de contenidos distintos relacionados con competencias interpretativas, argumentativas y propositivas. Sin embargo, a pesar de estas diferencias, en general los enfoques pedagógicos están dirigidos a las aplicaciones para resolver problemas. Las soluciones en contextos concretos son el propósito de la ingeniería, y en el caso de los sistemas o informática, la construcción de programas de computador es uno de sus fines fundamentales. Este enfoque y la concepción de entornos de aprendizaje abiertos son apropiados para la construcción de ambientes virtuales de aprendizaje, sobre todo por la versatilidad determinada por la modalidad virtual. Las anteriores ideas son consideradas para la construcción de objetos virtuales de aprendizaje, no desde la concepción de objetos de información, sino como ambientes que convocan a la significación contextual de situaciones problemáticas.

### Palabras clave

Aprendizaje basado en problemas, Entornos de aprendizaje abiertos, Objetos virtuales de aprendizaje, Tipos de aprendizaje.

### Abstract

Learning processes in engineering involve different types of content related to interpretative, argumentative and propositional skills. However, despite these differences, commonly pedagogical approaches are aimed to applications to solve problems. Context-specific solutions are the purpose of engineering and in the case of computer systems; the construction of computer programs is one of its fundamental purposes. This approach and the conception of open learning environments are suitable for the

construction of virtual learning environments, especially because of the versatility derived of the virtual modality. These ideas are considered in the construction of virtual learning objects, not based on the conception of information objects, but as environments that call contextual significance of problematic situations.

### **Keywords**

Problem-based learning, open learning environments, virtual learning objects, types of learning.

### **Résumé**

Les apprentissages dans génie impliquent types différents de contenus liés avec compétences interprétatifs, argumentatifs et de proposition. Cependant, en dépit de ces différences, en général les approches pédagogiques sont dirigées aux applications pour résoudre des problèmes. Les solutions dans contextes concrets sont le but du génie et, dans le cas de l'informatique, la construction de logiciels est un des objectifs fondamentaux. Cette approche et la conception d'environnements d'apprentissage ouverts sont appropriées pour la construction d'environnements virtuels d'apprentissage, essentiellement à cause de la versatilité déterminé par la modalité virtuelle. Les idées qu'on a mentionnées déjà sont considérées pour la construction d'objets virtuels d'apprentissage, non d'après la conception d'objets d'information, mais comme environnements qui convoquent à la signification contextuelle des situations problématiques.

### **Mots-clés**

Apprentissage par problèmes, Environnements d'apprentissage ouvert, Objets virtuels d'apprentissage, Types d'apprentissage

## **1. Introducción**

Este escrito es parte del proyecto de investigación "*Diseño y despliegue de objetos de aprendizaje basados en problemas, para la formación en áreas específicas de Ingeniería Informática*", cuyo objetivo general consiste en diseñar objetos de aprendizaje para su integración y despliegue en una plataforma digital, con una metodología basada en problemas, destinados al área de formación específica de la Ingeniería Informática.

Con respecto a la metodología, esta es una investigación descriptiva y aplicada, cuyos alcances son los siguientes:

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México **[pp.84-104]**

- I. Determinación de las características de los aprendizajes en las áreas específicas de la Ingeniería Informática, en ambientes soportados por las TIC.
- II. Análisis de los problemas asociados con la tipología de saberes conceptuales, procedimentales y propositivos de la Ingeniería de Sistemas e Informática, y la relación con los objetos de aprendizaje requeridos.
- III. Diseño de objetos de aprendizaje, aplicando conceptos de UML para el desarrollo de sistemas, en el marco del aprendizaje basado en problemas (ABP).
- IV. Definición de un ciclo de vida para la creación de objetos de aprendizaje, bajo la metodología de aprendizaje basado en problemas.
- V. Diferenciación de procesos de aprendizaje basado en problemas de otros procesos secuenciales de aprendizaje, dentro del contexto de la Ingeniería de Sistemas e Informática.

Según Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2003, p.102), en un estudio descriptivo "El propósito del investigador consiste en describir situaciones, eventos y hechos. Esto es, decir cómo es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis". En esta investigación se obtuvieron descripciones sobre procesos del aprendizaje en la Ingeniería de Sistemas o Informática y tendencias en cuanto a los procesos pedagógicos e instruccionales de esta disciplina.

Según Padrón (2006), la investigación aplicada considera los estudios sobre teorías previamente validadas para la solución de problemas prácticos de la vida cotidiana. En el caso de esta investigación, aprovechando construcciones teóricas sobre aprendizaje basado en problemas, entornos de aprendizaje abiertos y Unified Modeling Language (UML), se están construyendo en la Fundación Universitaria Católica del Norte, en su programa de Ingeniería Informática, diez objetos de aprendizaje relacionados con la programación de computadores.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

La creación de objetos virtuales de aprendizaje para áreas de ingenierías de sistemas, informáticas y afines, debe relacionarse con sus características formativas específicas, los propósitos y la naturaleza del ambiente de aprendizaje.

Con referencia a la especificidad disciplinar, según Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) (Diario de Ciencias, 2010) se entiende la ingeniería como "la profesión en la cual los conocimientos de las ciencias naturales y matemáticas se adquiere mediante el estudio, la experiencia y la practica; se aplican con buen criterio para desarrollar los medios, aprovechar económicamente los materiales, los recursos y las fuerzas de la naturaleza, para el crecimiento y prosperidad de la humanidad". Es así que la solución de problemas se convierte en su esencia formativa, lo que conlleva por supuesto, a la exploración e indagación de los fenómenos en contexto real.

Sobre los ambientes de aprendizaje, al ser estos virtuales se infiere que los procesos deben organizarse sobre las actividades que deben desarrollar los estudiantes, en vez del estudio secuencial de contenidos de manera enciclopédica. Esto significa que el punto de partida no son los conceptos puntuales, sino los problemas concretos, ya que en la educación virtual el aspecto crítico es la autogestión del estudiante con la orientación del docente, no sobre recetarios, sino sobre la organización de los contextos significativos.

Acorde con estas características disciplinares y ambientales, la propuesta de creación de objetos virtuales de aprendizaje con un enfoque basado en problemas resulta adecuada para la ingeniería en la modalidad virtual, pero entendiendo el planteamiento como una situación en contexto o como la duda sobre un significado, más que como un proceso sobre un problema puntualmente propuesto.

Atendiendo a estos conceptos se han desarrollado objetos virtuales de aprendizaje para el área de la programación de computadores, con un enfoque de análisis contextual de situaciones concretas que no necesariamente implican la solución de problemas específicamente planteados para soluciones secuenciales.

## 2. Los aprendizajes en la ingeniería

La construcción de objetos virtuales de aprendizaje debe conectarse con las distintas realidades representadas por el contexto formativo. Por esto deben considerarse aspectos como el enfoque pedagógico apropiado para la disciplina en particular, los tipos de estudiantes, las formas como estos aprenden y los conceptos sobre interacción, entre otras cosas.

En el caso de la ingeniería hay ciertas particularidades que se deben tener en cuenta. A diferencia de otros desarrollos gnoseológicos donde prima por ejemplo la construcción desde el debate o los conversatorios, los aprendizajes en la ingeniería están enfatizados directamente con la solución de problemas en condiciones de complejidad y convergencia de variables.

Para los propósitos transversales al planteamiento y análisis de problemas, los aprendizajes en el área de la formación específica en tecnología e Ingeniería de Sistemas, Informática y áreas afines, son de tres tipos:

- a) Basados en contenidos conceptuales.
- b) Basados en contenidos procedimentales.
- c) Basados en contenidos con orientación propositiva-experiencial.

Los contenidos conceptuales son propios de áreas del conocimiento con énfasis en el aprendizaje de hechos, datos y conceptos. Los hechos son eventos que acontecen en el desarrollo teórico y contextual, los datos son informaciones concisas y los conceptos son nociones o ideas sobre los objetos. Es el caso típico de los aprendizajes en telecomunicaciones o arquitectura de computadores y se relaciona con las competencias interpretativas.

Los contenidos procedimentales se clasifican en función de las actividades motrices y cognitivas que debe realizar el sujeto que aprende, el número de acciones para resolver problemas y las características de estas (algorítmicas o heurísticas). Tienen que ver con el proceder siguiendo un determinado patrón. Como ejemplo están los aprendizajes en algoritmos y estructuras de datos y son propios de las competencias argumentativas, pues el seguimiento a los procedimientos para estudiar soluciones exige explicaciones y razones sobre los fenómenos.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

Los contenidos con orientación propositiva-experiencial guían el aprendizaje de los otros tipos de contenidos, posibilitando la incorporación global de los conceptos y problemas significativos; tienen que ver con las actitudes y aptitudes del sujeto que aprende para incorporar los aprendizajes en relaciones directas con el contexto y la experiencia. Un ejemplo de esto son los aprendizajes en el modelado y diseño del software; están conectados con las competencias propositivas, pues se encaminan a la presentación de soluciones de problemas concretos, a la preparación de alternativas de solución, a las optimizaciones de soluciones o a la construcción de proyectos.

Las diferencias entre los enfoques conceptuales, procedimentales y propositivos dan luces para preparar distintos recursos para potenciar aprendizajes, de acuerdo con las competencias que desde cada uno se desprenden. En la Guía de Orientación para los Exámenes de Calidad de la Educación Superior (ECAES) (ACOFI, 2005), se plantean las diferencias entre las competencias interpretativa, argumentativa y propositiva.

Pero a pesar de las diferencias en esta tipología de los aprendizajes, las construcciones formativas están enfatizadas en la solución de problemas. Es decir, acorde con la misión general de la ingeniería, el significado de los aprendizajes descansa en el planteamiento de soluciones para problemas reales del mundo. Tanto los aprendizajes de conceptos, como los procedimentales y propositivos requieren de la organización de actividades para el análisis, diseño, implementación y evaluación de soluciones de distinto grado de complejidad. Así se pudo corroborar desde las fuentes consultadas en el proyecto de investigación referenciado (12 profesores con experiencia docente en materias de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Informática. Las áreas de desempeño de estos docentes son las siguientes: Matemáticas y Física (3), Ingeniería del Software (2), Estructuras de Datos (1), Lenguajes de Programación (3), Bases de Datos (1), Redes y Telecomunicaciones (1), Compiladores (1).

Los indagados son expertos pedagogos de la educación superior e ingenieros catedráticos que sin ser formados en facultades de educación, han ejercido docencia poniendo en escena sus conocimientos y experiencias. Estas fuentes, en referencia con los saberes conceptuales, procedimentales y propositivos, coinciden en que la ingeniería implica la creación de mentalidades creativas, propositivas, competentes para resolver problemas. Mentes para generalizar modelos y para incorporarlos en dominios específicos, de acuerdo con las delimitaciones propias. Todos concuerdan al

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México **[pp.84-104]**

afirmar que la ingeniería es la aplicación de las ciencias naturales en la solución de problemas de la sociedad y las industrias.

Sobre la metodología, se aplicaron entrevistas de acuerdo con el siguiente guion:

- I. ¿En cuáles casos, en el estudiante de Ingeniería de Sistemas e Informática, se hace prioritario enfatizar en saberes conceptuales, procedimentales y propositivos?
- II. ¿Cuáles tipos de materias o temáticas son las más adecuadas para el aprendizaje de saberes procedimentales?
- III. ¿En cuáles términos y significados se concibe el estudiante de Ingeniería de Sistemas o Informática con criterios propositivos?

Las fuentes se seleccionaron de acuerdo con la tipología de contenidos de distintas aéreas de la Ingeniería de Sistemas. La elección a un tipo de muestra no probabilístico aplicado en la Universidad de Antioquia, La Fundación Universitaria Luis Amigó y la Universidad de San Buenaventura (Medellín).

Con respecto a los conceptos sobre los atributos por considerar cuando se habla de estudiantes propositivos, los entrevistados argumentaron en términos dispersos, con diseminaciones, pero de todas formas con ideas en el fondo con sentido similar y en cierta medida coincidentes. Así se pudieron obtener unas respuestas generales desde donde se concibe lo propositivo como constructivo, y a su vez, con la competencia más destacada de un ingeniero, la cual es resolver problemas con contextos cambiantes; y así mismo, adaptar soluciones y mejorar otras, en todos los casos con sentido de ingenio, productividad, eficiencia, eficacia y racionalidad. Además, dicen las fuentes que para ser propositivo hay que tener una identidad con la globalidad y pensar prospectivamente: "... el ingeniero debe ser prospectivo y exacto. Por eso así deben ser los estudiantes de ingeniería, mirar más allá de las narices, no darle temor equivocarse pero en las imaginaciones, porque de lo contrario no podemos hablar de ingeniería..." (docente de la Universidad de San Buenaventura). Desde otro punto de vista, en general, los entrevistados manifestaron preocupación por lo que ocurre en las aulas, ya que dicen, a los estudiantes les cuesta pensar y proponer, se limitan a repetir lo que hay en sus cuadernos o en los documentos que apoyan las clases. Se expresan también temores por la apropiación equivocada de



"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México **[pp.84-104]**

internet, pues como dijo una de las fuentes: "... todo es copiar y pegar, en internet encuentran todo, sin importar si la información es veraz, y así cómo vamos a hablar de creatividad o de innovar..." (docente de la Universidad de San Buenaventura).

Aun con el énfasis práctico de los estudios de ingeniería, casi como un asunto que hace parte de su definición misma, siendo su impronta, las fuentes entrevistadas le dan destacada importancia a la modelación, la simbolización, la simulación aplicando procesos y herramientas teóricas y abstractas. Se defiende la idea de que un diseño o implementación que reúna mínimos estándares de calidad, necesita del manejo de conceptos fundamentales y científicos, propios de la ingeniería.

Los aspectos que más se critican se relacionan con lo siguiente: la solución constructiva y productiva de problemas implica la existencia de ambientes adecuados. Su inexistencia implica el fracaso de la metodología. Al respecto una fuente afirmó: "Si no hay computadores de última generación o si hay tres o cuatro estudiantes por cada computador, entonces no puede hablarse de prácticas efectivas..." (docente de la Universidad de Antioquia). Se dijo también que "a veces en las universidad quieren promover conocimientos aplicados, pero no hay talleres o los que hay tienen tecnologías en desuso que ya no se aplican en las empresas" (docente de la Universidad de San Buenaventura). Pero además se critica el énfasis solo en la solución de problemas desde el punto de vista técnico, pues dijeron, el mundo requiere seres humanos capaces de relacionarse y comunicarse con los otros, de convivir sobre la base del respeto a la humanidad. Una de las fuentes planteó un tema importante: no debe partirse ni de los problemas, ni de la teoría, sino de las necesidades de los estudiantes, pues entendido esto se podrá realmente hablar de unos actos verdaderamente educativos y al saber encerrando teoría y praxis, se llegará como una necesidad sentida de quien aprende, siendo una necesidad más. Las críticas se observaron también muy repetidas por el temor de formar con énfasis en la especificidad técnica, ya que la especialización cerrada del saber aplicado, lo segmenta al extremo hasta llevar a obviar la fundamentación y la integralidad.

### **3. El aprendizaje basado en problemas (ABP)**

Puede concebirse como una metodología de aprendizaje activo, auto dirigido, didácticamente abierta, centrada en motivaciones desde situaciones problematizadoras. Las actividades propuestas se estructuran de tal forma que los estudiantes y los profesores construyan ambientes definidos con al menos los siguientes criterios:

- Entusiasmo individual y colectivo.
- Decisiones sobre lo que se quiere aprender.
- Delimitación de caminos para encontrar los saberes.
- Problemas que se convierten en retos para aplicar el conocimiento.
- Fomento de la autonomía para potenciar competencias transversales y específicas.

Los procesos de ABP pueden variar según el ambiente pedagógico, los marcos referenciales educativos, las disciplinas y los tipos de estudiantes. Sin embargo, de manera general, se pueden destacar las siguientes rutas metodológicas, según García (2008, p.3):

- Escenario. Analizar las condiciones del planteamiento del problema.
- Hipótesis. Plantear ideas a manera de hipótesis. Como se sabe, dentro de los procesos de indagación se confrontan estas ideas.
- Diagnóstico. Determinar cuál es el conocimiento actual sobre el problema planteado. Así mismo, determinar qué es lo que no se sabe.
- Formular preguntas sobre la problemática planteada.
- Procesos. Determinar los pasos a seguir para revolver el problema, o sea, realizar un plan de investigación. Planteamiento. Hacer un planteamiento del problema, ahora desde otro ángulo, planteando conceptos refinados, dentro de un marco concreto.
- Hallazgos. Preparar reportes de hallazgos y confrontación de hipótesis y preguntas planteadas al principio.

Lo más probable es que esta metodología ABP sea sugestiva para los aprendizajes que invocan a romper con las líneas tradicionales pedagógicas, pues sus procesos cognitivos conllevan marcadas acciones constructivistas y dinámicas. Pero no por esto debe suponerse que sean fáciles de aplicar. En primera instancia debe reconocerse la viabilidad del problema planteado, su conveniencia con respecto al nivel cognitivo del grupo de estudiantes, e incluso, con respecto a las emociones y expectativas. Aparte de otras circunstancias como el tiempo y los recursos. También considerarse detalles

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

en cuanto a la forma, la sintaxis, la semántica y el léxico. Aunque claro está, la situación problémica como tal tiene una representación muy distinta a la puntualidad de un problema o un ejercicio, pues el enunciado incluye el objeto del problema, pero sumergido en un contexto especial, cuya delimitación puede ser el primer paso de la solución planteada. Más concretamente, puede ser que una situación problémica determine distintas alternativas para distintos dominios o aun más, determine la construcción del dominio mismo.

A propósito de lo anterior, se hace conveniente plantear aspectos que se escapan a lo que es un problema. Puede decirse que un problema no es, según Sánchez y Pérez (2006, p.14):

- Un ejercicio o un conjunto de ejercicios para resolver.
- Una pregunta concreta.
- Un enunciado desconectado del mundo real o contexto significativo de los estudiantes.
- Un enunciado desconectado de los aprendizajes previos de los estudiantes.
- Un planteamiento para respuestas puntuales.
- Un planteamiento para una única solución.
- Un enunciado que no invite a procesos de pensar, valorar y evaluar.
- Una situación alejada de las posibilidades cognitivas del grupo particular de estudiantes.

#### **4. Entornos abiertos de aprendizaje**

Se conocen experiencias y conceptos alrededor del ABP en el escenario de la educación virtual. Cabe anotar que, por sus características y ventajas metodológicas, la implementación en las propuestas de *e-learning* hacen especialmente atractivo el aprendizaje sobre problemas por varias razones, una de las cuales, y quizá la más importante, porque la actividad e investigación de los estudiantes, así como sus capacidades para autogestión del conocimiento, es el punto crítico de éxito de la educación virtual, lo cual tiene coincidencias con el perfil y proactividad dentro del marco ABP.

Puesto que los entornos de aprendizaje en la virtualidad son abiertos, la opción metodológica basada en problemas concentra condiciones y características adecuadas para esta modalidad.

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México **[pp.84-104]**

Hay diferencias entre los entornos de aprendizaje abiertos y la enseñanza directa, caracterizada por las secuencias ordenadas de los conceptos que serán estudiados, el aislamiento de la información considerada más importante, la jerarquización conceptual y la distribución diferencial de la cognición del estudiante (Hannafin, 2000, p.125).

En los entornos abiertos se hace hincapié en la función mediadora de la persona que aprende para establecer necesidades y compromisos con las actividades de aprendizaje. Las perspectivas individuales orientan la interpretación de los contextos presentados para definir el significado, la necesidad y la utilidad del conocimiento; por supuesto, se implica el análisis de la información disponible. Estos entornos son valiosos en la exploración, análisis e interpretación de problemas complejos, con información incompleta y dominios no estructurados. Esto es, con grados apreciables de incertidumbre. Estos problemas estimulan la investigación teniendo en cuenta nociones básicas, en vez de la imposición de pensamientos concretos.

Como se puede deducir de los planteamientos previos, el ABP puede teorizarse y justificarse desde los entornos abiertos de aprendizaje, ya que sus características encuentran enlaces con las condiciones de estos. De esta forma las metodologías ABP dentro del mencionado entorno, pueden tener las siguientes condiciones metodológicas:

- a) Facilitar contextos. Esto puede tener una de las siguientes formas:
  - Definición de problemas concretos para los estudiantes (contextos establecidos externamente al proceso).
  - Generación de contextos de forma externa (los estudiantes generan el problema que se abordara en el contexto presentado).
  - Contextos creados de forma individual (los estudiantes crean tanto el contexto como el problema).
  
- b) Herramientas del proceso para ayudar a los estudiantes en la cognición. Esto incluye:
  - Búsqueda y recogida de herramientas.
  - Organización e integración de esas herramientas.
  - Generación de herramientas dentro del proceso mismo.

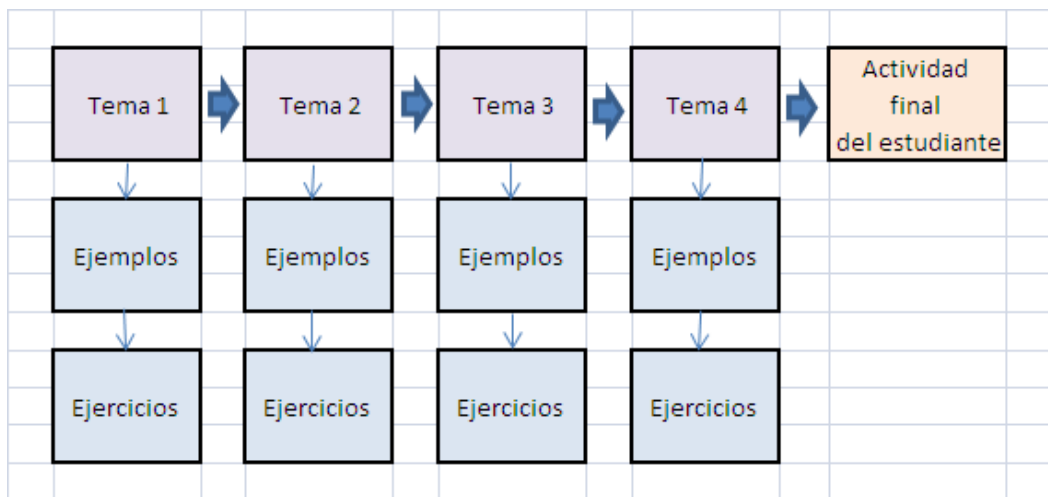
- c) Herramientas para establecer comunicación entre estudiantes, profesores y expertos. Pueden ser sincrónicas (para la interacción en tiempo real) y asincrónicas (para la comunicación sin concordancia temporal entre las partes).
- d) Herramientas de apoyo para orientar en el proceso de aprendizaje. Estas herramientas pueden ser:
- Apoyos técnicos específicos para los aprendizajes.
  - Apoyos conceptuales o pautas sobre lo que se debe considerar.
  - Apoyos metacognitivos o pautas sobre cómo reflexionar sobre lo que se está estudiando.
  - Apoyo procedimental o pautas sobre los planteamientos ordenados para resolver el problema.

Vistas estas condiciones metodológicas ABP, resulta claro que su adecuación para los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) son convenientes; incluso puede decirse que las relaciones pedagógicas y comunicativas entre ambas son necesarias. Esto se confirma aún más si se admite que la enseñanza directa difícilmente tiene espacio dentro de los EVA y que según lo ha demostrado la experiencia virtual de la Fundación Universitaria Católica del Norte, además de ser inadecuada es casi que imposible de desarrollar, ya que las condiciones espaciales y circunstanciales son muy distintas a las propias de las escuelas con sus escenarios geográficos y temporales precisos.

En los procesos de aprendizaje en los EVA debe planearse la facilitación de contextos dentro de los que se inscriben los problemas y las herramientas para los procesos de cognición, comunicación, evaluación y gestión, considerando aspectos como la ausencia de contacto físico entre estudiantes y facilitadores, la existencia del ciberespacio como punto de convergencia, la dificultad para la creación de recursos didácticos inmediatos, acordes con la especificidad cognitiva de los estudiantes (esta especificidad puede surgir repentinamente). En consecuencia, la organización de listados de contenidos clave no debería ser el punto de partida dentro de los EVA. Estos listados de contenidos deben ser un complemento para las secuencias de problemas en contextos significativos diseñados para fomentar los aprendizajes.

“Revista Virtual Universidad Católica del Norte”. No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

Una organización de aprendizajes basada en listados de contenidos asignados a un calendario específico, no constituye un ambiente de aprendizaje abierto. Por el contrario, es cerrado y tiene el siguiente esquema:



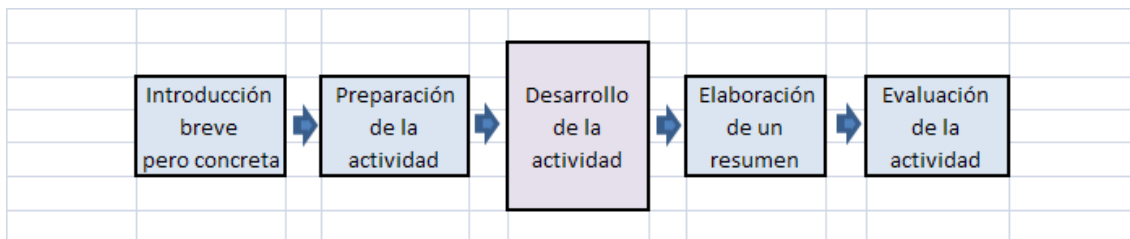
**Figura 1.** Organización cerrada de ambientes de aprendizaje

Botero (2009) denomina este tipo como modelo centrado en la actividad. Aunque la preparación y realización de actividades por parte del estudiante pueden estar incluidas en los ejercicios adjuntos a cada módulo temático y al final, dentro del cierre del proceso, estas no se conciben como el centro del proceso, sino que giran alrededor de la temática. Aparte de esto, no se enfatiza en las realizaciones generales prioritarias, sino que dentro de cada tema se consideran una serie de ejercicios orientados con unos ejemplos previos. Dentro de la actividad final se pretende que el estudiante luego de haber navegado por cada uno de los módulos temáticos prepare una actividad con el fin poner en evidencia los saberes considerados en cada tema. Lo más especial de este modelo es el fraccionamiento, tanto en la secuencia de los temas que se desarrollan, como en las realizaciones de los estudiantes.

El esquema de la figura 1 no es apropiado para la educación virtual, ya que en ella las secuencias están determinadas por la autogestión del estudiante, pero no por la enseñanza instruccional. La autogestión se construye sobre la asimilación de los retos para explorar soluciones ante situaciones contextualizadas que implica la aplicación de conceptos teóricos. Estos procesos se motivan, no surgen espontáneamente. Así lo conciben Lurig y

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

Nicolau (2009), cuando plantean que en la virtualidad el aprendizaje no sucede de forma automática, siendo inexcusable el alimentarlo, inducirlo, fomentarlo, crear las condiciones idóneas que tengan lugar. Según los citados, "ayudar al aprendizaje virtual, por tanto, no es simplemente una cuestión de presentar información o de plantear tareas a realizar por parte del alumno" (p. 26); con respecto a la función tutorial proponen que "debe ser pensada a través de la selección de estrategias que aporten verdaderamente a la construcción de significados" (p. 26). El esquema de la figura 2 presenta garantías pedagógicas para el el aprendizaje en la educación virtual.



**Figura 2.** Organización abierta de ambientes de aprendizaje

El acto central de ese modelo es la actividad del estudiante. Pero no presentada abruptamente, sino planeada dentro de un referente concreto que implica una elaboración introductoria para aclarar los alcances. Es necesario establecer fronteras, aclarar las circunstancias, es decir, la actividad del estudiante se perfila pero dentro de una ruta muy bien identificada. La actividad no es el punto de culminación, esto se expresa en la posibilidad que se le abre al estudiante para que resuma su elaboración. Esta acta es preparatoria para su evaluación, la cual por supuesto, debe enfatizarse en la solución de problemas adjuntos a los que desarrolló en su actividad central. Además, en esos resúmenes y evaluación debe hacerse una confrontación conceptual que justifique los procedimientos e instrumentos aplicados. El fin no es la solución de un problema concreto en una actividad contextualizada, sino que ese es el medio para la elaboración conceptual que constituye el verdadero aprendizaje, pues lo que se busca es que con estos conceptos el estudiante quede habilitado para actuar con sentido en otros problemas tal vez más complejos, menos artificiosos y en relación directa con la problemática cotidiana.

Para reforzar lo anterior, desde un punto de vista cognitivo, debe tenerse en cuenta el aislamiento del estudiante en la virtualidad, ya que aunque se diga que la virtualidad no implica aislamiento, de todas formas hay diferencias

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

naturales y objetivas entre convivir en el ciberespacio y convivir en el espacio físico. Este aspecto con la independencia de horarios, la ruptura con la clase magistral, el privilegio por la individualidad, conllevan a que el estudiante auto-conduce su proceso cognitivo en orden a sus necesidades internas de aprendizaje. Es decir, el estudiante organiza sus actividades sobre el escalonamiento de contextos significativos representados por el planteamiento de problemas y situaciones.

## 5. Objetos virtuales basados en ABP

Acorde con las consideraciones anteriores sobre los aspectos gnoseológicos de la ingeniería, las funciones del aprendizaje basado en problemas, los entornos de aprendizaje abiertos y la cognición en los virtuales de aprendizaje, hemos desarrollado objetos virtuales de aprendizaje para el área de programación de la Ingeniería de Sistemas o Informática, con las siguientes características técnicas:

- a) Estructura digital integrada con distintos recursos informáticos.
- b) Posibilidad de acceso remoto a través de tecnología web. Esto implicó la creación de entornos virtuales para albergar los objetos.
- c) Diseñados estructurados como bloques independientes: para esto se utilizó Unified Modeling Language (UML) cuya concepción agrupa un conjunto de herramientas gráficas para el modelado de software. "El UML es una definición oficial de un lenguaje pictórico con símbolos y relaciones comunes que tienen un significado común. Si todos los participantes hablan UML, entonces las imágenes tienen el mismo significado para todos aquellos que las observen... UML comprende símbolos y una gramática que define la manera en que se pueden usar estos símbolos" (Kimmel, 2007, p.12).
- d) Cada bloque tiene significados y dimensiones distintas pero igual funcionalidad. Las diferencias se expresaron utilizando diagramas de casos de uso diferentes para cada objeto. "El modelo de casos de uso especifica la funcionalidad que el sistema ha de ofrecer desde la perspectiva de los usuarios y lo que el sistema ha de realizar para satisfacer las peticiones de estos usuarios" (Cuadrado, 2003, p. 16). La funcionalidad se describe con los diagramas de transición de estados, compuestos básicamente por unos íconos que representan estados (periodo de tiempo entre dos eventos) y transiciones o acciones entre estos.



- e) Posibilidad de reutilización. En el diseño y desarrollo de los objetos se utilizaron los esquemas de los ya concluidos. Es decir, el único objeto del cual se partió de cero fue el primero. Los demás utilizaron los moldes modificados de los siguientes cinco componentes expresados en casos de uso: Evaluar la Situación Problema, Relacionar Palabras Clave, Evaluar el Contexto, Plantear Hipótesis de Solución, Analizar el Objeto Virtual. En general, los objetos terminados pueden reutilizarse y modificarse para la creación de otros.
- f) Posibilidad de ensamblajes distintos. Aun con la misma estructura, cada objeto puede ser implementado utilizando diferentes tecnologías. Esto posibilita la integración en un mismo entorno virtual de distintos recursos de software para multimedia, construcción web, programación o comunicación.
- g) Ensamblaje con estándar único. Todos los objetos obedecen a guiones con similares características y a distribución de componentes con igual metodología.

Las anteriores características demuestran que estos objetos cumplen con los estándares Sharable Content Object Reference Model (SCORM) en cuanto a que estos deben ser reusables, interoperables, durables y accesibles (ADL, 2004).

Reusabilidad es la flexibilidad que permite integrar componentes distintos dentro de múltiples contextos y aplicaciones; interoperabilidad es la capacidad de los objetos de utilizarse sobre distintas plataformas tecnológicas. Durabilidad es la capacidad del objeto para resistir a evoluciones tecnológicas, sin necesitar de reconfiguraciones o reconceptualizaciones estructurales. Por su parte, accesibilidad es la capacidad de acceder a los componentes de enseñanza desde sitios remotos a través de tecnologías web, así como la facilidad para distribuirlos a otros sitios. Además de lo anterior, los objetos de aprendizaje deben ser adaptables, es decir, que se pueda personalizar la formación en función de las necesidades de los usuarios y organizaciones.

Aparte de los detalles técnicos estructurales, se tuvieron en cuenta estrategias e intencionalidades formativas. Un OVA debe circunscribirse en una guía de aprendizaje. "Esta Guía constituye la planificación estratégica de las situaciones didácticas tendientes a contribuir con el logro de los objetivos y competencias del curso" (Montoya, 2004, p.4).

"Revista Virtual Universidad Católica del Norte". No. 31, (septiembre-diciembre de 2010, Colombia), acceso: [<http://revistavirtual.ucn.edu.co/>], ISSN 0124-5821 - Indexada Publindex-Colciencias (B), Latindex, EBSCO Information Services, Redalyc y en el Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa (IRESIE) de la Universidad Autónoma de México [pp.84-104]

Pero la guía es más que una declaración de contenidos, competencias, objetivos y recursos, en realidad su función está dirigida es hacia la orientación del estudiante. Es decir, es una carta de navegación que de manera clara debe indicarle al estudiante el qué aprender, cómo y con cuáles recursos. Por si misma, desde su diseño, debe inducir al estudiante hacia los siguientes pasos en sus aprendizajes y construcciones, no como un recetario o un listado aprendizajes mínimos que se deban alcanzar, sino como un proceso planeado para la navegabilidad exitosa de los estudiantes.

Con este criterio de contexto mediático y pedagógico, los objetos fueron construidos bajo el enfoque de aprendizaje basado en problemas, entendido este como un proceso exploratorio que induce al estudiante a consultas sucesivas. Básicamente el enfoque de problemas que se aplica incluye varios procesos: a) Evaluación de una situación problema a partir de la cual se abren los interrogantes en el estudiante. b) Evaluación del contexto de la situación problema; es decir, el problema dentro de cuáles conceptos relacionados está ubicado. c) Relacionar palabras clave. Es un conjunto de conceptos definidos que aclaran la situación planteada y contextualizada. d) Analizar el objeto virtual con el propósito de comprender definiciones relativas al problema. Este análisis comprende una serie transiciones que incluyen planteamiento de hipótesis considerando el planteamiento de la situación, las características de su contexto y el estudio de las palabras clave.

Así se ha definido el entorno de los objetos, considerando un conjunto de procesos no lineales y relacionados entre sí, sin una ruta determinada, pues da la posibilidad al estudiante para que construya su propia determinación sobre los pasos para seguir; además, este ambiente se constituye en la guía de estudio para el estudiante, rompiéndose así el esquema tradicional de guía de estudio.

Los objetos que se diseñaron y se desplegaron en un ambiente virtual son los siguientes (tabla 1):

| <b>Temáticas</b>            | <b>Número de objetos</b> |
|-----------------------------|--------------------------|
| Representación de variables | 1                        |
| Entrada y salida de datos   | 1                        |
| Asignación de expresiones   | 1                        |
| Condicionales               | 1                        |
| Ciclos para                 | 2                        |
| Ciclos mientras             | 2                        |

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| Vectores – creación y llenado - | 1 |
| Suma de vectores                | 1 |
| Matrices – creación y llenado   | 1 |
| Suma de matrices                | 1 |

**Tabla 1.** Objetos de aprendizaje

Estos temas son del área de lógica y técnicas de programación, cuya naturaleza conceptual y representacional son de las que más dificultades de aprendizaje determinan en carreras de Ingeniería de Sistemas, Informática y afines.

## 6. Aportes curriculares y pedagógicos

El proyecto se desarrolló con el objetivo de diseñar objetos de aprendizaje para su integración y despliegue en una plataforma digital, con una metodología basada en problemas, destinados al área de formación específica de la Ingeniería Informática.

El problema concreto que lo orientó fue el cómo crear un modelo para la construcción de objetos de aprendizaje (OV) que obedezcan a un enfoque pedagógico de ABP, a estándares SCORM y que tengan funcionalidades para el aprendizaje de temáticas específicas de programación de computadores. Además, cómo diferenciar dentro del modelo los aprendizajes basados en contenidos conceptuales, los basados en contenidos procedimentales y los basados en contenidos con orientación propositiva-experiencial.

Se logró dar respuesta a inquietudes sobre a) la forma cómo aprenden los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, Informática y áreas afines, en ambientes soportados por las TIC; b) las características de los objetos virtuales de aprendizaje que se asocian con los tipos de conocimiento de la ingeniería; los objetos virtuales de aprendizaje, según el tipo de conocimiento que se involucra y en concordancia con el aprendizaje basado en problemas; c) las diferencias metodológicas para considerar en el ciclo de vida de objetos virtuales de aprendizaje, según el tipo de conocimiento involucrado y según el concepto de aprendizaje basado en problemas; y d) las diferencias metodológicas de los procesos de aprendizaje basado en problemas, de otros basados en secuencias lineales.

## **7. Conclusiones**

En la construcción de objetos de aprendizaje para Ingeniería de Sistemas, Informática y afines, se deben considerar esencialmente las diferencias entre saberes conceptuales, procedimentales y propositivos, ya que de allí se derivan distintos propósitos y formas de aprehensión.

Debe además considerarse que la programación de computadores es tal vez el caso más especial de los procesos de aprendizaje, por el nivel de abstracción objetual y representación simbólica que se deben aplicar para comprender los problemas que se deben resolver.

Pero a pesar de la complejidad y la tipología de los aprendizajes, por su concepción misma la ingeniería implica procesos pedagógicos basados en problemas, porque gnoseológicamente la construcción de soluciones marca las pautas de su desarrollo académico, científico, empresarial y conceptual.

Desde otro punto de vista, los ambientes virtuales de aprendizaje conllevan a la organización de actividades de aprendizaje que orienten la autodeterminación de los estudiantes. Quiere decirse que son las actividades las que determinan los retos de ellos, configurándose así el punto de partida y las secuencias siguientes, en vez de los listados de temas para estudiar.

Para afianzar lo anterior, por las condiciones pedagógicas del aprendizaje basado en problemas (ABP), esta resulta una opción ventajosa para los ambientes virtuales, ya que por sí mismos sondan, motivan y conducen al estudiante hacia sus aprendizajes.

Entonces, al plantearse la meta de construir objetos virtuales de aprendizaje para acceso remoto aplicando la tecnología de internet, con el propósito de facilitar los aprendizajes de la programación de computadores, la elección de un modelo basado en ABP resultó ser adecuada y pertinente.

## 8. Lista de referencias

- ADL -Advanced Distributed Learning - (2004). SCORM® Overview Version 1.3.1
- Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería -ACOFI- (2005). *Marco de fundamentación conceptual y especificaciones de Prueba ECAES de Ingeniería de Sistemas*. Bogotá.
- Botero, G. (2009). *Tipos de aprendizaje*. Extraído el 10 de septiembre de 2009 de <http://elearning-gbotero.blogspot.com/2007/03/>.
- Cuadrado, J. (2003). *Análisis y diseño estructurado y orientado a objetos de sistemas informáticos*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Diario de Ciencias. (2010). ¿Por qué son civiles los ingenieros?. Extraído el 1º de septiembre de 2010 de <http://www.diariodeciencias.com.ar/?seccion=noticias&idpost=897>
- García, J.O. (2008). *Pasos del ABP. Aprendizaje basado en problemas. Un panorama general*. Seminario Permanente de Pedagogía. Medellín: Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia.
- Hannafin, M. J., Land, S. & Oliver, K. (2000). Entornos de aprendizaje abiertos: fundamentos, métodos y modelos. En Ch. M. Reigeluth (ed.). *Diseño de la instrucción teorías y modelos*. Madrid: Aula XXI Santillana.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación* (3ª ed). México: McGraw-Hill.
- Lurig, E., & Nicolau, M. (2009). Del clic al think. *Universidad Hoy*, 20, 25-26.
- Kimmel, P. (2007). *Manual de UML. Guía de aprendizaje*. México: Mc Graw Hill.
- Montoya, N. (2004). *Orientaciones conceptuales y metodológicas para elaborar material didáctico para la web*. Medellín: Fundación Universitaria Luis Amigó.
- Padrón, J. (2006). *Bases del concepto de investigación aplicada*. Extraído el 17 de julio de 2010 de <http://padron.entretemas.com/InvAplicada/index.htm>.
- Sánchez, P., & Pérez, C. (2006). *Aprendizaje basado en problemas (ABP)*. Problem Based Learning (PBL). Pamplona: Universidad de Navarra.