

APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS (ABP) APLICADO A LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

*Luis Eduardo Espinosa Galliady
Christian Felipe Cano Castillo
Carlos Andrés Tavera Romero*

I. Introducción

En esta etapa del estudio se mostrará el punto de vista aportado por el *Aprendizaje Basado en Problemas* en el estudio comparativo, presentando diversas teorías existentes usadas en el taller de modelación realizado con cada uno de estos lenguajes de programación.

II. Marco teórico

En etapas anteriores se hizo referencia a la *hipótesis* y su forma de verificación. También se explicaron las *variables* empleadas, las *unidades experimentales* establecidas y su respectivo uso. Además, se presentaron algunos *tratamientos* empleados y la cantidad de *observaciones* realizadas. Ver Tabla 21.

Tabla 21. Etapas del estudio comparativo

Estudio comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales. Caso: PiCO y GraPiCO	
Etapa 1	Elaboración de hipótesis en experimentos de lenguajes de programación.
Etapa 2	Variables en un experimento de lenguajes de programación.
Etapa 3	Unidades experimentales utilizadas en pruebas de lenguajes de programación.
Etapa 4	Tratamientos y replicas en un experimento de programación.
Etapa 5	Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) aplicado a los lenguajes de programación.
Etapa 6	La Comunicación en el Estudio Comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales: Caso PiCO y GraPiCO.
Etapa 7	Sistematización de una experiencia de investigación entre la Comunicación Social y la Ingeniería de Software.
Etapa 8	Modelo de sistematización propuesto “TCACI en doble vía”.
Etapa 9	Pasos en la realización de los audiovisuales pedagógicos: PiCO – GraPiCO y ejercicio de modelación.
Etapa 10	Estudio de resultados de PiCO y GraPiCO. Parte 1.
Etapa 11	Estudio de resultados de PiCO y GraPiCO. Parte 2.
Etapa 12	Recomendaciones y resultados del estudio entre PiCO, GraPiCO y editores.

Fuente: elaboración propia (2018).

Esta vez, se presentará el estudio desde el punto de vista del *Aprendizaje Basado en Problemas*, exponiendo las diferentes posturas existentes. Fue usado como apoyo en la realización de un taller para modelar una situación cotidiana con el fin de ofrecer una

manera de exhibir los conceptos técnicos de estos dos lenguajes (constructores, implicaciones y restricciones).

El taller consistió en la realización de una práctica (construir un programa que mida la captación de los lenguajes de programación) a partir de un ejemplo de la vida real representado en un corto video.

III. Introducción al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

El **Aprendizaje Basado en Problemas** (ABP) también conocido como *Problem Based Learning* (PBL) se define como una corriente educativa multi-metodológica y multi-didáctica. Parte de un *problema* real solucionado por un grupo de estudiantes (propiciando la composición de conocimiento).^{[6][2][1]}

IV. Historia

En la década de los sesenta, en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de McMaster (Hamilton, Ontario, Canadá), Howard Barrows (un educador físico y médico), Tamblyn y el Comité Curricular del programa académico (conformado por un grupo de educadores) desarrollaron originalmente un método conocido como *Proceso de Razonamiento Hipotético Deductivo*, que posteriormente sería definido como el *Aprendizaje Basado en Problemas* (ABP) o *Problem Based Learning* (PBL). Consiste en el aprendizaje producto de estudiar, analizar, comprender o solucionar un problema. Fue creado con el objetivo de aportar eficazmente en la formación de profesionales en áreas de la salud, porque ayudaba a los estudiantes componer, aplicar y reutilizar la información aprendida (apoyar en la adquisición de habilidades para la solución de problemas).

Inicialmente, dicho método consistía en obtener información, generar *hipótesis* y probarlas con base en información ganada en el proceso de aprendizaje; posteriormente Imidio Nerici resumió el

ABP bajo el nombre de *Técnica Problémica y el Método de Solución de Problemas*.^{[6][5][3][2][1]}

El primer propósito educativo del ABP, fue hacer que los estudiantes de medicina adquirieran conocimiento referente a las ciencias básicas, debido a que se facilita para ser memorizado y consultado por ellos en su contexto profesional.^{[6][5]}

V. Marco teórico

A. *Constructivismo y Aprendizaje Activo*

El ABP se apoya en Barrel, Jerónimo Bruner, Ausbel, Cousinet, Dewey y Vigotsky, padres del *constructivismo del aprendizaje*. Al igual que Ferrière, que contribuyó a la *Escuela Activa*.^{[6][5][3][2][1]}

Dewey: “la práctica educativa ofrece los datos, la materia que forma los problemas de la indagación (...) estas prácticas educativas son también la prueba final del valor de las conclusiones de todas las investigaciones”

El *Constructivismo* permite mejorar los *métodos de aprendizaje*. Es un producto de la implementación de los procesos de observación, hallazgos, experimentación, retroalimentación basada en errores, invención, construcción y solución de problemas. Utiliza la teoría, la práctica y el pensamiento activo del alumno con el profesor (toma un rol de asesor, apoyando la gestión de la información generada y recolectada por el alumno). Se enriquece el entorno de estudio con actividades propuestas por el estudiante de acuerdo con su propia iniciativa.

El *pensamiento activo* a diferencia de otras corrientes, consiste en dar al estudiante el centro de atención en su enseñanza, apoyado en la conciencia y responsabilidad que él tiene. Otorga la suficiente libertad para que por iniciativa propia se investigue y dinamice el desarrollo del programa de estudio.^{[6][5][4][3]}

Rousseau (1971): "No hay duda de que se adquieren nociones más claras y más exactas de las cosas que cada uno aprende por sí mismo, que las que reciben con las enseñanzas de otro; y además de no acostumbrar a su razón a someterse servilmente al criterio de autoridad, se ejercita el ingenio mucho más encontrando relaciones de los fenómenos, practicando la asociación de ideas, inventado los instrumentos, que cuando se acepta todo tal como se nos da y dejamos abatir nuestro espíritu en la inactividad.... Entre tantos métodos admirables para abreviar el estudio de las ciencias, necesitaríamos que alguien nos proporcionara alguno para aprenderlas con esfuerzo"

VI. Aprendizaje colaborativo

El ABP se apoya en Dewey, Kilpatrick, Piaget, Kelson y Distlehorst, grandes contribuidores al *Aprendizaje Colaborativo*.^{[5][3][2]}

El *Aprendizaje Colaborativo* radica en el *trabajo en proyectos*, los cuales son encarados por grupos de debate y discusión, conformados con pocos estudiantes y con un trabajo equitativo.

Los proyectos surgen a raíz de la presencia de un problema actual que sea muy atractivo, que genere el entusiasmo necesario en los estudiantes, para resolver a través de las herramientas metodológicas e instrumentales existentes y disponibles.^{[6][3][2][1]}

VII. Características

Se caracteriza en la solución de un *problema* (situación seleccionada, planteada y presentada por el tutor) en uno o varios grupos de trabajo, conformados por pocos estudiantes que interactúan de forma colaborativa, principal rol en su *proceso de aprendizaje*, promoviendo el *aprendizaje significativo, colaborativo, auto-dirigido, autorregulado, activo y cooperativo*. Se fomenta la *auto-formación, autonomía cognoscitiva y la auto-evaluación*.^{[6][5][4][3][1]}

Los estudiantes haciendo, uso de su autonomía, toman el rol principal en el *proceso de aprendizaje*. Tienen la libertad necesaria para escoger el contenido temático que aprenderán y la forma

como lo harán, siendo ellos los garantes de su propio *proceso cognitivo*.^{[6][4][3][1]}

Además, de seleccionar o construir la *situación problemática*, el tutor ejerce el rol de guía durante el proceso de solución del problema, centrando el proceso de aprendizaje en el alumno y en el fácil acceso de los recursos necesarios para ello. Tiene como principal objetivo, fomentar el desarrollo de habilidades académicas, cognitivas y humanas en el estudiante (destrezas tales como creatividad, autonomía, investigación, análisis, discernimiento y solución de problemas). Ver Figura 8.^{[5][3][2]}

Los *problemas* deben ser situaciones lo más reales posible, ancladas con los contextos profesionales y/o sociales de los estudiantes, acordes con el contenido temático del curso y cimentadas en las diversas técnicas y estilos de enseñanza.

Los *problemas* se clasifican según su nivel de estructuración en *Problemas Brunerianos* y *Problemas No Brunerianos*. Los primeros se caracterizan por ser poco estructurados, deficientes en su redacción y definición. No poseen una única respuesta. Los segundos se caracterizan por ser muy estructurados, y mediante una serie de pasos brindan al estudiante una guía en el proceso de solución del problema.^[1]

VIII. Objetivo

Si bien el ABP se apoya en la solución de un *problema* para desarrollar el proceso de aprendizaje, cabe aclarar que la solución de este no es su principal enfoque. Su objetivo primordial es fomentar el desarrollo de destrezas y capacidades del estudiante, en búsqueda de mejorar su rendimiento en los ámbitos profesionales, habilidades meta-cognitivas, investigativas, analíticas, científicas, de solución de problemas en un trabajo en grupo.^[2]

IX. Aspectos a tener en cuenta durante la implementación del ABP

Durante la planificación de un curso ABP, se debe tener en cuenta el *diseño del problema*, la cantidad de alumnos, las características de los mismos (rutinas y técnicas de estudio, gusto por otros idiomas, situación social), la duración del curso, recursos, información necesaria y el nivel educativo. Conviene tener claros aspectos como los objetivos temáticos y humanos, fichas de apoyo, rol del profesor, herramientas de evaluación (de los estudiantes como del curso), técnicas y estilos pedagógicos (estudio independiente, grupo de discusión, experimentación, inducción-deducción, tutoría). Lo anterior define el conjunto de actividades o fases que abordarán los estudiantes en el proceso de aprendizaje.^{[6][5][4][3][2][1]}

X. Implementación

Las fases en la implementación del ABP en este estudio comparativo son:

H. *Diseño del problema*

Desde el origen del proyecto se tuvo claro que el principal objetivo era detectar de cierta forma las características que en el programa aplicativo (estabilidad, diseño, modificabilidad, usabilidad) y en el lenguaje (claridad, simbología, navegación, comprensión), influían en los niveles de asimilación, comprensión y aceptación de los usuarios hacia los tipos de lenguaje de programación textual y visual.

Teniendo en cuenta aspectos tan importantes como: la edad, el semestre de estudios universitarios y el sexo de los integrantes del público a estudiar, al igual que el tiempo para generar conocimientos previos del tema (esto debido a que los lenguajes en estudio para el proyecto son nuevos y poco conocidos), se tomó la decisión de utilizar en el taller una situación de la vida cotidiana, con el fin de aliviar la carga temática, hacer fácil la asimilación del tema y disminuir la

V1S5jbrBchr_K0wkA6O6Hq5cgrl

- <http://4.bp.blogspot.com/-0hdmqFLEx4o/TWP6NoDmW8I/AAAAAAAAA4/mhHdlZVOW30/s1600/leyes2.gif>

complejidad de la práctica.

La situación estudiada, debía ser lo más granular posible como para dividir la intensidad del ejercicio en faces idóneas; por ello, se planteó un macro problema subdividido en pequeños y sencillos casos a resolver.

El *diseño del problema*, pasó por múltiples cuestionamientos y análisis con el propósito de dar con el mejor escenario posible para que el ABP aportara sus cualidades. Todas estas ideas debían cumplir con las características de los lenguajes estudiados, tales como: el uso de *restricciones, constructores y procesos concurrentes*.

Teniendo en cuenta esto, se definió que para la sesión de ABP se haría uso de un *Problema No Bruneriano*, dividido en micro-problemas y representaría una situación cotidiana en un salón de clases.

I. **El Problema**

Se pensó en una salón de clase, lugar muy referenciado por cualquier persona en el rol de estudiante y profesor.

Para llegar al problema del salón de clase, tal y como definitivamente se resolvió, en el proyecto se debatieron múltiples alternativas, desde propuestas algo cómicas y dramáticas, hasta el típico y simple salón de clase.

Se buscaba hacer más llamativa la actividad, por ello se propiciaron factores muy importantes como el *casting* de los actores que representarían el video de representación de la situación escogida, el lugar o ambientación del salón (se buscó lo más natural posible, recreando aspectos muy importantes como útiles de clase, pupitres y tablero) y lo más necesario, el profesor y los alumnos, los cuales fueron particionados⁷ en dos conjuntos, 'egoístas' y 'generosos'. Esto se hizo con la intención de inducir al empleo de restricciones (cualidad de los lenguajes de programación sujetos de estudio).

La dinámica de la actividad consistiría en modelar "la petición del

⁷ La Figura 8 fue inspirada en la información obtenida en la pagina:
http://4.bp.blogspot.com/_3zwwR9CBpC4/S3A_NEsZwgl/AAAAAAAAAAs/7JpZm3F6VQA/s400/Imagen1.png y se utilizaron

profesor de obtener prestado un esfero de tinta roja en voz alta.”

Básicamente, basta con modelar dos alumnos (un egoísta y un generoso), un profesor y el proceso de verificación y petición de un esfero.

J. **Detalle del Problema**

Se presentan, a continuación, los diversos procesos que deben ser modelados con sus correspondientes componentes necesarios para su completo funcionamiento.

Un *proceso* correspondiente al ‘alumno egoísta’, el cual está conformado por un *objeto* prestador de esferos (sin *métodos*, con una *Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al número 20 y una *Restricción de Delegación de mensajes enviados* por una instancia igual al número 30), *Mensaje* cargador de esferos (una *implicación* con sus correspondientes *Antecedente* y *Consecuente*).

El primero, cuenta con el *Envío del Mensaje* cargar y el segundo con un *Proceso Nulo* y un *Objeto Cartuchera* (una *Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al número 0, no posee *Restricciones de Delegación*, un *método* cuyo nombre es “cargar”, el cual recibe los *parámetros* “Color” y “Estado”, lógica para la Creación de un *Objeto* [una *Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al valor del *Parámetro* color, dos *métodos*; uno llamado “get”, con una *variable*, lógica necesaria para imponer el valor del *parámetro* “estado” a dicha *variable* y para ejecutar el *Envío del Mensaje* cargar, el cual contiene un *objeto* con los *valores* actuales de los *parámetros* color y estado; y otro llamado “set”, recibe como *parámetro* la *variable* “estado new” y tiene la lógica necesaria para hacer el *Envío del Mensaje* cargar, el cual contiene un *objeto* con los *valores* color y estado new]).

Un *proceso* correspondiente al ‘alumno generoso’, el cual se compone de un *objeto* prestador de esferos (*Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al número 30 y un *método* cuyo nombre es “prestar esferos”, el cual recibe como *parámetro* la *variable* “Color” y sirve para el *Envío del Mensaje* set, el cual contiene el número 0 como *parámetro* y luego de ser ejecutado

cuenta con un *Proceso Nulo*), un *Mensaje* cargador de esferos (*Implicación*, la cual tiene sus respectivos *antecedente* y *consecuente*; el primero se utiliza para el *Envío del Mensaje* cargar y el segundo es un *Proceso Nulo*) y un *objeto* Cartuchera {*Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al número 0 y el *método* cuyo nombre es “cargar”, recibe como *parámetros* las *variables* “Color” y “Estado”, se encarga de la creación de un *Objeto* [cuenta con una *Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al valor del *parámetro* color y los *métodos* get (posee la *variable*, la *Imposición del Valor del Parámetro* estado en la *variablez* y el *Envío del Mensaje* cargar, el cual contiene un *objeto* con los *Valores* actuales de los *parámetros* color y estado) y set (recibe el *parámetro* estado new y el *Envío del Mensaje* cargar, el cual contiene un *objeto* con los *valores* color y estado new)].

Un *proceso* correspondiente al “Profesor”, el cual se compone de un *objeto* “Petición de Esfero” (Una *Restricción de Recepción de mensajes enviados* por una instancia igual al número 0 y un *método* cuyo nombre es “pedir esferos”, recibe como *parámetro* la *variable* “Color” y se encarga de hacer que el número 20 realice el *Envío del Mensaje* prestar esfero con el *parámetro* color y luego de ser ejecutado cuenta con un *Proceso Nulo*).

Un *proceso* correspondiente a la “Verificación y petición de Esfero”, cuya lógica radica en una *Implicación*, la que a su vez, consiste del *antecedente* (el cual cuenta con la *Petición del Mensaje* get, dicha petición es a cargo del número 0) y el *Consecuente* [*Implicación*, que tiene su respectivo *Antecedente* (el cual cuenta con la *Consulta de la Restricción* de igualdad entre el *Identificador* e y el número 1) y *Consecuente* (que posee solo la *Implicación*, que cuenta con su *Antecedente*, el cual se encarga de hacer la *petición del Mensaje* pedir Esfero, dicha petición es a cargo del número 0)].

K. **Cantidad de alumnos**

Debido a la cantidad de estudiantes asistentes al taller y teniendo en cuenta que para el ABP, es necesario manejar poca cantidad; se estableció que lo más conveniente era realizar dos sesiones contando cada una con 52 estudiantes, los cuales estarían divididos en 8 grupos de 5 integrantes y 2 grupos de 6 integrantes cada uno.

L. Características de los alumnos (rutinas y técnicas de estudio, gusto por otros idiomas, situación social)

La sesión de ABP está dirigida a estudiantes de segundo, tercero, cuarto y quinto semestre ingeniería de sistemas, quienes se encuentren actualmente cursando estudios en las Universidades de USB-CALI, PUJ, UAO, e ICESI, cuyas edades oscilen en los grupos: menos de 18 años, de 18 a 20 años, de 20 a 22 años y más de 22 años. Se hizo con el fin de controlar las *variables* durante el proyecto, propiciar un mejor ambiente a la experiencia (ya que, de esta forma, es más fácil preparar el material a usar, las fichas de apoyo, equipos y entorno de ejecución de los lenguajes de programación y audiovisuales que enriquezcan la temática tratada).

M. Duración del curso

Buscando mantener una curva estable de atención y acrecentar el nivel de éxito, se esperaba que la sesión de ABP tuviera una duración de aproximadamente 40 minutos, los cuales serían distribuidos en cuanto a la carga académica, siempre usando como principal herramienta, las intervenciones del tutor y los varios puntos de corte impuestos por los vacíos de conocimiento previo en los educandos.

N. Recursos e Información necesaria

Persiguiendo siempre el buen ambiente durante la rutina de ABP, valdría la pena tener en cuenta, recursos tales como los *estudiantes*, los *profesores*, los *computadores* (muy bien configurados para la actividad realizada por cada grupo, capaz de ofrecer al lenguaje de programación y al editor un muy buen ambiente de ejecución), dos *presentaciones audiovisuales*, una capaz de generar *conocimiento previo* en los espectadores acerca de los ítems a tratar del lenguaje de programación respectivo (el *empleo de restricciones*, el uso de *constructores*, *identificadores*, *variables* y demás). Y otra tan explícita, como para exponer de la mejor forma posible el *problema* estudiado.

O. Objetivos temáticos y humanos

La implementación del ABP en este estudio, persigue dos objetivos principales. Primero, superar algunas barreras existentes (crea-

das por factores muy arraigados en los usuarios; aspectos como prevención, creencias y expectativas previamente creadas (experiencias anteriores) frente al uso de lenguajes de programación y en la solución de problemas. Segundo, incrementar el nivel de las capacidades del estudiante en la creación de artefactos de software, como los *métodos, programas, procesos concurrentes, implicaciones, procesos nulos y objetos, manipulación de antecedentes, consecuentes y parámetros, envío de mensajes e imposición de valores a variables como de restricciones de recepción y delegación*.

Si bien es cierto que se contaba con cierta deficiencia en los estudiantes, debido a que estos no conocían por completo el tema referente a lenguajes de programación visual y textual, específicamente lenguajes PiCO y GraPiCO. Teniendo en cuenta el material utilizado y la poca complejidad del macroproblema, se esperaría que los estudiantes lograsen resolver correctamente por lo menos el 75% de los microproblemas propuestos en la actividad.

Durante la solución del macro-problema, respecto a *componentes de software*, se desea que los alumnos generen como mínimo cuatro *objetos* (dos “Prestador de Esferos”, un “Cartuchera” y un “Petición de Esfero”), siete *métodos* (un “cargar”, dos “get”, dos “set”, un “prestar esferos” y un “pedir esferos”) y diez *restricciones e implicaciones* (cinco *restricciones de recepción*, una de *delegación* y cuatro *implicaciones*).

Por el desarrollo de los puntos mencionados anteriormente, se esperaría una actividad en la cual los estudiantes se sintiesen motivados hacia la temática propuesta (ya que es enriquecida por la colaboración de la comunicación social, la cual contribuyó a la presentación de la forma más simple y atractiva de los aspectos concernientes a los lenguajes de programación y al taller de modelación).

P. *Fichas de apoyo (guía de trabajo)*

En la *solución del problema* se contó con *alumnos*, quienes previamente habrían visto una presentación introductora al problema en cuestión y los constructores del lenguaje de programación utilizados para la solución del mismo; también se tuvo en cuenta a los

profesores o tutores de la actividad, quienes servirán de apoyo a los alumnos en la solución de dudas tanto del problema como del lenguaje de programación y sus constructores (siendo estos el apoyo necesario para que en ningún momento se precipite la motivación de los alumnos y siempre haya una fuente de solución de dudas).

Teniendo en cuenta los conocimientos previamente generados en los *alumnos*, a través de la presentación del lenguaje de programación se solicitará a los mismos la *hipótesis* y el conjunto de pasos lógicos a seguir para llegar a la *solución del problema* en cuestión.

Q. **Rol de profesor**

El o los *profesores* intervendrán en la actividad de forma activa para referirse en concreto a la creación de cada uno de los subproblemas (los cuales servirán como punto de corte entre cada una de las fases de la actividad; cada fase constará de aproximadamente 10 minutos) y de forma inactiva para la solución de dudas acerca del problema que se esté actualmente resolviendo o también para la aclaración de incertidumbres acerca del lenguaje de programación. Las intervenciones inactivas se realizarán cuando el alumno lo solicite y las activas serán cuando el tiempo para cada fase se haya terminado y se avance a la siguiente.

R. **Herramientas de evaluación tanto de los estudiantes como del curso**

Para la evaluación se tendrán como herramientas, un taller, el cual servirá para evaluar el desempeño del grupo de *estudiantes* respecto a la temática propuesta, esto se hará teniendo en cuenta que el problema ha sido resuelto cuando el 75% de los *componentes de software*, relacionados con el mismo, hayan sido generados; una *encuesta* para obtener la retroalimentación de los estudiantes, lo que permitirá evaluar el proceso de aprendizaje y obviamente el diálogo constante entre las partes, permitiendo mejorar el *proceso cognitivo* de forma continua.

XI. Conclusión

La estrategia ABP, da la posibilidad de desarrollar problemáticas en forma contextualizada, pertinente y útil. Igualmente permite en grado satisfactorio, potenciar la ejemplificación, la *participación activa* y *retroalimentación* oportuna entre los participantes del *experimento*.

El uso de la estrategia ABP, en el estudio comparativo entre lenguajes textuales y lenguajes visuales: caso PiCO y GraPiCO, apoya la obtención de resultados, por la pertinencia de los temas, problemáticas, y aprendizaje en contexto, esenciales para la comprensión de teorías, fundamentación de opiniones propias, argumentación y análisis de la información.

Más adelante, se expondrá la temática correspondiente a los últimos momentos del estudio: se presentará el análisis de los resultados obtenidos, a partir de las encuestas como medio de retroalimentación.

XII. Bibliografía

- [1] B. R. Gómez, «Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): Una Innovación Didáctica para la Enseñanza Universitaria,» vol. 8, 2005.
- [2] P. M. Bueno y V. L. Fitzgerald, «Aprendizaje Basado En Problemas Problem – Based Learning vol. 13.
- [3] S. F. Campos, El Aprendizaje Basado en Problemas como Propuesta Educativa para las Disciplinas Económicas y Sociales Apoyadas en El B-Learning, vol. 2, nº 40, 2006.
- [4] V. H. Dueñas, El aprendizaje basado en problemas como enfoque pedagógico en la educación en salud, vol. 32, nº 004, 2001.
- [5] R. Delisle, How use Problem-Based Learning In The Classroom, Alexandria, Virginia USA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1997.
- [6] A. Escribano y Á. d. V. del Valle, El aprendizaje Basado en Problemas (ABP) Una propuesta Metodológica en Educación Superior, Madrid: Narcea S.A. de ediciones, 2008.
- [7] C. Tavera y J. Díaz, Nuevo cálculo visual: GraPiCO, En II Congreso Colombiano de Computación, Universidad Javeriana. Bogotá, 2007.
- [8] C. Tavera y J. Díaz, Breve Discusión de las Ventajas de los Lenguajes Visuales frente a los Textuales: Caso de Estudio el Cálculo GraPiCO, En III Congreso Colombiano de Computación. Medellín.