

SOFTWARE EDUCATIVO PARA LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE DE LOS CUADRILÁTEROS GENERADOS A PARTIR DE UN LENGUAJE DE PROGRAMACION Y EL MÉTODO DABEJA

Daniel BEJARANO SEGURA
Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia
Villavicencio, Meta. Colombia
y
Piedad CHICA SOSA
Facultad de Ingenierías, Universidad Cooperativa de Colombia
Villavicencio, Meta. Colombia

RESUMEN

La enseñanza de las matemáticas es un proceso que empieza desde temprana edad en especial la enseñanza de la geometría, la cual a través de diversas representaciones, construcciones, axiomas, teoremas y demás desarrollan en los individuos el pensamiento formal, para ello requiere de procesos no solo gráficos sino demostrativos que generen esquemas mentales acordes a los niveles de racionales de pensamiento; los cuadriláteros hacen parte de los componentes de la geometría en el campo bidimensional y tridimensional, poseen definiciones, propiedades, clasificaciones, se estudian a través de postulados de paralelismo y perpendicularidad, generando a su vez complementariedad con los triángulos.

Fortalecer la enseñanza de la geometría en especial de los cuadriláteros a través de la construcción del software educativo dinámico, empleando estrategias dinámicas y procesos formales de conocimiento como el método Dabeja es uno de los interrogantes que evidencian la problemática en la formación del pensamiento.

Esta es una investigación de enfoque cuantitativo paramétrico con un diseño experimental cuyo objeto de investigación es el tecnofacto y su relación con el desarrollo individual del pensamiento formal. Se desarrolló un software educativo en el Lenguaje de programación Java, construyendo los cuadriláteros, evidenciando sus propiedades y relaciones a través del método Dabeja.

Palabras Claves: Educación, Cuadriláteros, Geometría, Java, Software Educativo.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de los cuadriláteros hace parte de las unidades temáticas de los libros de matemáticas, en todos los niveles de escolaridad desde los más simples hasta los más avanzados como los estudios de pregrado en las universidades.

Reconocer trabajos de investigación recientes como el método Dabeja (2006) reconocidos por la comunidad académica, el cual nos enseña una nueva forma de construir las figuras geométricas a través de un lenguaje de parametrización simple, con variables sencillas y procesos algebraicos conocidos, Permite generar proyectos tecnológicos que involucren los conocimientos adquiridos en matemáticas fundamentales, geometría y otros cursos cuya finalidad será aplicarlos en su formación profesional. Así integrar el método Dabeja como desarrollo formal de la modelación matemática en los lenguajes de programación permitirá generar el software educativo de los cuadriláteros como una herramienta dinámica para fortalecer procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

integrando estructuras, procesos inferenciales y problemas de aplicación de ingeniería.

Este artículo es producto de la realización de un proyecto de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio, tomando como objeto de estudio sus estudiantes y las actividades que se realizan en los cursos de matemáticas. El proyecto se basa en el diseño de un software educativo de geometría que permita construir los cuadriláteros empleando la parametrización del método Dabeja, el lenguaje de programación y las estrategias didácticas de matemáticas para su enseñanza y aprendizaje.

2. REVISIÓN LITERARIA

La educación en Colombia se encuentra en la renovación curricular que ha permitido involucrar nuevas herramientas dinámicas en el aula de clase, no obstante hemos visto como esta propuesta no se ha podido ejecutar a cabalidad por los costos y la infraestructura que se debe tener para tal fin, por la falta de estrategias didácticas que se deben emplear cuando se usan software de matemáticas en el desarrollo de los pensamientos matemáticos u otro problema como el mismo conocimiento de las propiedades, axiomas, teoremas, postulados que el estudiante debe saber.

En este milenio los cambios en la revolución educativa y otros factores de incidencia en la educación permiten implementar en las aulas de clase el uso de recursos tecnológicos, como lo afirma Almeida Bairral (2000) *“Con las transformaciones sociales impuestas por la sociedad, el gran avance de la tecnología y la repercusión de ésta en los medios educacionales deberán plantearse y reevaluarse nuevas formas de enseñar y aprender, ya que el profesor, elemento fundamental en el proceso enseñanza-aprendizaje, necesitará de una mejora profesional constante en el intento de garantizar la calidad de la acción educativa.*

La interdisciplinariedad que existe en la construcción de recursos tecnológicos permite involucrar en este proyecto estudiantes del programa de ingeniería de sistemas, los cuales se integran desde su formación, con los saberes adquiridos al aplicarlos en el diseño y creación del software educativo desde la geometría como recurso didáctico.

El método Dabeja permite generar software de geometría ya que sus fórmulas se encuentran en un lenguaje paramétrico y el lenguaje de programación permite generar expresiones matemáticas y escribirlas en cualquier software por ejemplo, los programas Visual Basic 6.0, Macro Media Flash, C++ entre

otros, encontrando la integración de las matemáticas, la programación y el diseño de software educativo.

A) *Definición de TIC.*

La ley 1341 de 2009 de la Republica de Colombia, define las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, como el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como: voz, datos, texto, video e imágenes [12].

Otra definición formal de Tecnologías de la información y las Comunicaciones en el contexto Colombiano, “*pueden definirse como el conjunto de instrumentos, herramientas o medios de comunicación como la telefonía, los computadores, el correo electrónico y la Internet que permiten comunicarse entre sí a las personas u organizaciones*” [14].

B) *TIC en la educación.*

En el contexto actual, las instituciones de educación se enfrentan a cambios planteados por la nueva sociedad de la información y el lugar que tienen en el conjunto del sistema de enseñanza [11], lo que les implica involucrarse en procesos de calidad y ampliación de cobertura, considerando el uso de tecnología en la educación [5].

Hay que tener claro que no basta con utilizar las TIC, se debe analizar si su incorporación realmente está produciendo un correcto aprendizaje, este es uno de los elementos de la docencia que más preocupa a los profesores pues necesitan encontrar la forma de evaluar el aprendizaje que se ha producido gracias a la incorporación de las TIC. Los profesores no quieren un entorno tecnológico sino un servicio de apoyo en la universidad que en cualquier momento ayude a resolver problemas o mejorar el trabajo.

Múltiples trabajos ponen en evidencia esta realidad en el actual sistema de educación, el uso de tecnologías en la educación puede tener la finalidad de desarrollar las capacidades cognitivas del individuo; puede también tener el enfoque del trabajo colaborativo y en red para el desarrollo de la participación y de la ciudadanía.

El trabajo realizado por Washington Antonio Cevallos Gamboa, “Desarrollo de un marco referencial para la implantación, transferencia y evaluación de las TIC en las universidades”, logró evidenciar que no todas las instituciones de Educación Superior introducirán cambios institucionales mediatos para incursionar en las TIC. El uso de herramientas tecnológicas en ambientes académicos, es más común cada día y los docentes descubren los beneficios de involucrarlos como apoyo a sus clases presenciales, en ocasiones la calidad de los materiales es pobre o el aprendizaje en entornos virtuales deriva demasiado trabajo para el docente. Sin embargo esto se puede evitar si se hace una evaluación seria de las herramientas tecnológicas empleadas que establezcan una pauta para su uso y aplicación.

Otros autores como Salinas, con sus Modelos flexibles como respuesta de las universidades a la sociedad de la información, argumentan la necesidad de adoptar modelos flexibles de

enseñanza aprendizaje y expone la necesidad de incorporar las TIC en la educación superior como respuesta de las instituciones de educación superior a los cambios de la sociedad actual .

Así mismo Camargo (2012) con el trabajo denominado “Incorporación de las TIC en el aula de matemáticas en la básica primaria del centro educativo minas de Iracal sede la Honda” tiene como objetivo promover el uso de las herramientas tecnológicas y materiales lúdicos en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las matemáticas optimizando el rendimiento académico, el autor considera que con estas herramientas se atrae a los estudiantes a un entorno dinámico y más llamativo, que permitirá disminuir los prejuicios que se tienen sobre la aparente dificultad de las matemáticas.

C) *Rol del profesor*

El rol del profesor actual, debe responder de forma eficaz a los cambios y a las exigencias del entorno, modificando en cierta parte la forma como lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje, por esto es necesario que el profesor asuma un rol más activo, propositivo y tenga un manejo básico de la tecnología y adicionalmente posea ciertas características que faciliten su trabajo con este tipo de herramienta en el aula.

El profesor puede participar en la formación de entornos de aprendizaje más participativos y flexibles, multidireccionales ya que la información con el uso de herramientas tecnológicas se puede dar en ambos sentidos, señalando que estas son atractivas y permiten el acceso a múltiples entornos de aprendizaje, la personalización de los procesos de aprendizaje, una mayor flexibilidad en los estudios, cercanía al docente, mayor número de instrumentos para el proceso educativo, el compañerismo y la colaboración.

D) *Software y recursos TIC*

Los softwares y recursos tecnológicos y de comunicación tics, son actualmente los medios que los estudiantes usan para estudiar y divertirse, relación que permite evidenciar la puesta en marcha del software educativo y la educación, con las posibilidades de producir modificaciones, dar respuestas y requerir acciones, con inmediatez y fluidez, permite, entre otras cosas, la exploración dinámica de representaciones y el control de una secuencia de acciones. Con una misma construcción es posible visualizar varias situaciones, como por ejemplo construir las alturas en un triángulo acutángulo y luego transformar el triángulo de modo que sea obtusángulo o rectángulo para ver qué ocurre con las alturas en éstos, generar círculos de diversos tamaños medir su perímetro, radio y diámetro con tres clics.

Múltiples formas de representación en un mismo interactivo: textual, gráfica, tabular, auditiva, icónica, espacial. Dado que los conceptos se materializan mediante una representación y el aprendizaje de un concepto está asociado al desarrollo de la capacidad de traducir de uno a otro tipo de representación, la exploración dinámica, el paso de uno a otro tipo, puede permitir que el alumno descubra información que estaba implícita o puede obligarle a crear información para mejorar la precisión.

E) *Geometría Dinámica*

La introducción del software de geometría dinámica ha revolucionado la enseñanza de la geometría. El concepto de

geometría dinámica fue introducido por Nick Jackiw y Steve Rasmussen (Goldenberg y Cuoco, 1988) y se aplica a los programas informáticos que permiten a los usuarios, después de haber hecho una construcción, mover ciertos elementos arrastrándolos libremente y observar cómo otros elementos responden dinámicamente al alterar las condiciones.

Estos programas de geometría fueron diseñados con la intención específica de poner a disposición de los alumnos un ambiente del tipo micro mundo para la exploración experimental de la geometría plana elemental. Al trabajar con lápiz, papel, regla y compás se obtiene una representación más o menos exacta pero fija, y por lo tanto se limita en extremo la exploración.

La mayoría de estos programas se convierten en herramientas de manipulación de representaciones gráficas con la capacidad de proveer retroalimentación informativa, con las que las actividades propuestas son algo más que “mirar la pantalla”.

3. FÓRMULAS

A partir de la parametrización propuesta por Bejarano (2007) estas permiten la construcción de los polígonos regulares y otras figuras.

Construcción Del Polígono Regular De Cuatro Lados. Sea $P_1 = (x_1, y_1)$, $0 \leq \theta \leq 360^\circ$ $L=a$ $\omega = (360/4)=90^\circ$ y $\omega + \omega' = 180$ Con estos datos que usted asigna se encuentran los dos puntos restantes con coordenadas:

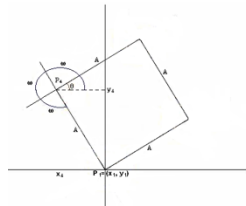


Figura 1. Polígono Regular de cuatro lados

$$x_2 = L \cos \theta + x_1 \quad y_2 = L \sin \theta + y_1, \text{ Ec.(1)}$$

$$x_3 = L \cos (\theta + \omega) + x_2 \quad y_3 = L \sin (\theta + \omega) + y_2 \text{ Ec. (2)}$$

$$x_4 = L \cos (\theta + 2\omega) + x_3 \quad y_4 = L \sin (\theta + 2\omega) + y_3 \text{ Ec.(3)}$$

$$P_2 = (x_2, y_2), P_3 = (x_3, y_3) \text{ y } P_4 = (x_4, y_4) \text{ Ec.(4)}$$

Construcción Del Rectángulo. Para $P_1 = (x_1, y_1)$, $0 \leq \theta \leq 360^\circ$ $L_1 y_3 = a$ $L_2 y_4 = b$ $\omega=90^\circ$ Con estos datos que usted asigna se encuentran los tres puntos restantes con coordenadas:

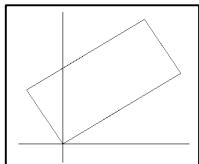


Figura 2. Rectángulo

$$x_2 = a \cos \theta + x_1 \quad y_2 = a \sin \theta + y_1, \text{ Ec.(5)}$$

$$x_3 = b \cos (\theta + \omega) + x_2 \quad y_3 = b \sin (\theta + \omega) + y_2 \text{ Ec. (6)}$$

$$x_4 = a \cos (\theta + 2\omega) + x_3 \quad y_4 = a \sin (\theta + 2\omega) + y_3 \text{ Ec. (7)}$$

$$P_2 = (x_2, y_2), P_3 = (x_3, y_3) \text{ y } P_4 = (x_4, y_4) \text{ Ec.(8)}$$

Construcción Del Romboide. Con los siguientes datos $P_1 = (x_1, y_1)$, $0 \leq \theta \leq 360^\circ$ $L_1 y_3 = a$ $L_2 y_4 = b$ $0 < \omega < 180^\circ$ $\omega \neq 90^\circ$ $\omega + \omega' = 180^\circ$ se encuentran los tres puntos restantes para generar cualquier romboide con coordenadas:

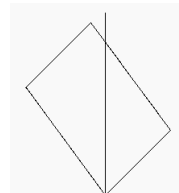


Figura 3- Romboide

$$x_2 = a \cos \theta + x_1 \quad y_2 = a \sin \theta + y_1, \text{ Ec (9)}$$

$$x_3 = b \cos (\theta + \omega) + x_2 \quad y_3 = b \sin (\theta + \omega) + y_2 \text{ Ec. (10)}$$

$$x_4 = a \cos (\theta + \omega + \omega') + x_3 \quad y_4 = a \sin (\theta + \omega + \omega') + y_3 \text{ Ec. (11)}$$

Construcción Del Rombo. Si $P_1 = (x_1, y_1)$, $0 \leq \theta \leq 360^\circ$ $L= a$ $0 < \omega < 180^\circ$ $\omega \neq 90^\circ$ $\omega + \omega' = 180^\circ$. Con estos datos que usted asigna se encuentran los tres puntos restantes con coordenadas:

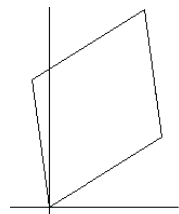


Figura 4. Rombo

$$x_2 = a \cos \theta + x_1 \quad y_2 = a \sin \theta + y_1, \text{ Ec.(12)}$$

$$x_3 = a \cos (\theta + \omega) + x_2 \quad y_3 = a \sin (\theta + \omega) + y_2 \text{ Ec. (13)}$$

$$x_4 = a \cos (\theta + \omega + \omega') + x_3 \quad y_4 = a \sin (\theta + \omega + \omega') + y_3 \text{ Ec. (14)}$$

Construcción Del Trapecio Isósceles. Para construir el trapecio isósceles se tiene $P_1 = (x_1, y_1)$, $0 \leq \theta \leq 360^\circ$ $L_1 = a$ $L_2 y_4 = b$. $L_1 = c$ $A \neq C$, $\omega \neq 90^\circ$ $0 < \omega < 180^\circ$

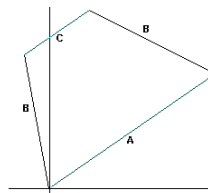


Figura 5. Trapecio Isósceles

$$x_2 = a \cos \theta + x_1 \quad y_2 = a \sin \theta + y_1, \text{ Ec. (15)}$$

$$x_3 = b \cos (\theta + \omega) + x_2 \quad y_3 = b \sin (\theta + \omega) + y_2 \text{ Ec. (16)}$$

$$x_4 = b \cos (\theta + \omega') + x_1 \quad y_4 = b \sin (\theta + \omega') + y_1 \text{ Ec. (17)}$$

4. METODOLOGÍA

Esta es una investigación aplicada con características tecnológicas mediada por la metodología de la investigación con enfoque cuantitativo. Está estructurada por una teoría que se profundiza y se determina en un conocimiento tecnológico. Que permita desarrollar un tecnofacto de aplicación matemática en el campo de la geometría, construyendo los cuadriláteros, evidenciando sus propiedades y relaciones a través del método Dabeja y estrategias didácticas.

La población del proyecto requiere de estudiantes de la facultad de ingenierías, quienes poseen conocimientos en geometría y sus aplicaciones matemáticas en los cinco primeros semestres de los programas de ingeniería civil y de sistemas. La muestra se toma en un porcentaje del 5% de la población que oscila entre 25 y 30 estudiantes escogidos al azar que posean conocimientos básicos de geometría.

El proceso metodológico que se plantea es una secuencia de pasos consecutivos; el primero diseñar el Aplicativo, para lo cual se realiza un diagnóstico encaminado a identificar la problemática y definir el tipo de software que se debe diseñar, se identifican las características y requerimientos de los usuarios, se genera un inventario de los recursos pedagógicos y didácticos necesarios y se propone la representación gráfica del aplicativo.

El paso siguiente contempla la programación, el desarrollo del Aplicativo y la adaptación del entorno del hardware y el software, lo cual se logra mediante la realización de revisión del material bibliográfico para obtener las temáticas actuales abordadas en los cursos de los programas de ingeniería, se crea el mapa de navegación, se adaptan los equipos e instala el software, se construye el lenguaje de programación y los gráficos con movimientos necesarios para el funcionamiento del software y demás herramientas multimedia.

En el tercero y último paso se realiza la implementación del Aplicativo, procediendo a instalar el prototipo del aplicativo, desarrollar los procesos de pruebas con instrumentos de validación acordes a los criterios definidos para la formación del pensamiento formal en matemáticas, la elaboración de manuales (de usuario, de instalación y la guía didáctica), la capacitación de usuarios y la instalación del software. Para el desarrollo del software se utilizará la metodología construcción de prototipos.

5. RESULTADOS

El software se encuentra diseñado en JAVA ya que se deseaba que fuese una versión de escritorio compatible con la mayor cantidad de plataformas disponibles. La abstracción del problema se realizó desde el punto de vista matemático funcional con el objetivo principal de descomponer sus partes constituyentes y parametrizar las ecuaciones principales. Obteniendo la siguiente distribución de objetos principales:

Recursos Comunes, Rectángulo, Polígono Regular, Rombo, Romboide, Trapecio Escaleno, Trapecio Isósceles y Trapecio Rectángulo

Cada uno de los objetos principales cuenta con los siguientes componentes: Detalles de operaciones realizadas, Funciones (operaciones), Grafica, Panel opciones y Interfaz Principal

Modulo Gráfico:

El módulo de gráfica se diseñó utilizando la librería de Graphics 2D que ofrece JAVA. Los métodos de dibujo y el ciclo principal se encuentran optimizados para el dibujo de los elementos geométricos seleccionados, utilizando métodos de bajo tiempo de renderizado y consumo de recursos computacionales. El cálculo de la escala variable de la gráfica responde a eventos relacionados con la rueda del mouse y utiliza un sistema logarítmico basado en las longitudes máximas de los polígonos existentes para calcular las proporciones, medidas y escala necesaria para su correcta visualización.

Diagramas:

El Diagrama de casos de uso representa las funciones que realiza el Software educativo:



Figura 6. Diagrama de casos de uso

Las clases específicas como: Rectángulo, Rombo, Romboide y Trapecios; heredan sus métodos y atributos principales de la clase figura, obteniendo acceso a todos los métodos y atributos de esta y extendiéndolos con sus propios específicos necesarios para su funcionamiento.

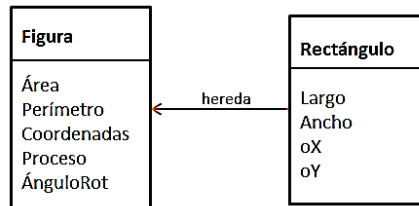


Figura 7. Diagrama herencia.

Funcionamiento principal:

Para acceder a cada una de las funciones que ofrece el software, se realizó una interfaz principal mediante la cual se pueden ver los distintos módulos.



Figura 8. Interfaz Principal

Al elegir una de las opciones, el sistema redirige al usuario a la interfaz correspondiente a su selección en la cual puede ingresar los valores solicitados para iniciar la simulación del modelo geométrico seleccionado. Ver figuras 9 al 11.

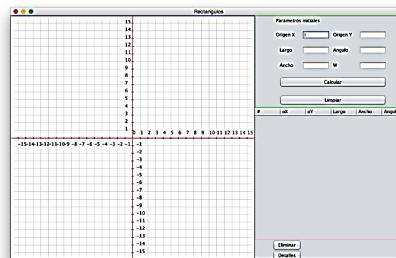


Figura 9. Interfaz Rectángulo sin datos.

El usuario ingresa los datos solicitados y elige la opción Calcular.

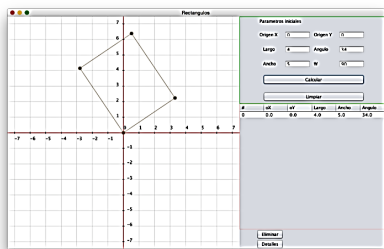


Figura 10. Interfaz Rectángulo con datos y figura.

Logra identificar los componentes propios de las figuras, sus coordenadas y el proceso de construcción.

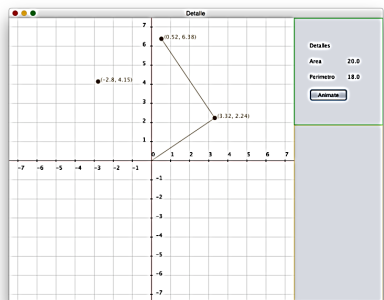


Figura 11. Rectángulo con animación.

Aplicación:

La aplicación con los estudiantes del software de cuadriláteros Dabeja, permitió que los estudiantes identificaran otras formas de construir los cuadriláteros diferentes a los tradicionalmente usados. Se pudo constatar el aprendizaje de los componentes propios de cada figura, los cuales en un inicio no eran tenidos en cuenta para las definiciones clásicas de los cuadriláteros y que al identificarlos facilitan su comprensión conceptual.

El desarrollo dinámico en el aula de clase permitió además poder tener otros argumentos para resolver problemas relacionados con la construcción de las figuras de cuatro lados.

La visualización dinámica del software es una herramienta conceptual y operatoria donde los componentes de cada figura logran diferenciarlas y tenerlos en cuenta para la resolución de problemas.

6. CONCLUSIONES

La parametrización de figuras geométricas permite modelar en el lenguaje de programación, la bidimensionalidad de recursos educativos que fortalecen diversas estructuras mentales y representacionales de la visualización al obtener movimientos dinámicos, transformaciones en el plano e identificación de sus estructuras.

Se comprende los procesos de construcción e inferencia al emplear diversos recursos para el diseño como la librería de Graphics 2D ofrecidos por JAVA. Los tiempos que se emplean al dibujar elementos geométricos por los estudiantes se optimizan con lo cual se logran mejores aprendizajes a profundidad.

La exploración dinámica de representaciones figurales en matemáticas que se apoya con interfaces de sistemas

informáticos aceleran el entendimiento de la transformación dimensional a partir de sus componentes.

El empleo de los componentes de cada figura a partir de los parámetros del método Dabeja logran diferenciar una figura de otra y da argumentos de mayor nivel formal para resolver problemas más complejos.

7. REFERENCIAS

[1] Almeida Bairral, Esparsa. Las transformaciones sociales, Esparsa editores, Barcelona 2000

[2] Araujo, J. B. Y Chadwick, C. B. Teorías de la Instrucción. Barcelona: Paidós, 1988.

[3] Bejarano, Daniel. Método DABEJA. Villavicencio. ABCDario, 2007.

[4] Bornas, Xavier, La Autonomía en el Aprendizaje. En: Manrique, Lileya.

[5] Competencias TIC para el desarrollo profesoral docente. Ministerio de Educación. Colombia aprende.

[6] Dewey, John. Pedagogía de la Acción y la Comunicación. En Verdecia, Enrique. Aproximaciones Teóricas a la Tecnología Educativa. Monografía 20 de julio de 2007. Cuba.

[7] Gagné, Robert M y MERRILL, David. Educational technology: sn. 1990 P. 37-44.

[8] Gros; B. Diseños y Programas Educativos, Pautas Pedagógicas para la Elaboración de Software. Barcelona: Ariel. 1997.

[9] G. Pérez, F. Borges, A. Forpes. Didáctica Universitaria en entornos virtuales de Enseñanza - Aprendizaje. Madrid, España: Editorial Narcea, 2006

[10] Hernández, P. Diseñar y Enseñar, Teorías y Técnicas de la Programación y del Proyecto Docente. Madrid : S.A. de Ediciones, 1998.

[11] Jackiw, Nick Y Rasmussen, Steve. En: De La Escosura Caballero, Javier. Geometría Dinámica del Triángulo, 2002.

[12] J. Salinas (2008). Cambios metodológicos con las TIC. Estrategias didácticas y entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje.

[13] Ley 1341 de 2009 de la república de Colombia, Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones.

[14] Márquez, P. Materiales Didácticos multimedia y Concepciones sobre el Aprendizaje, 2004. <http://dewey.uab.es/pmarques/concepcio.htm>

[15] Osilac (2004). El estado de las estadísticas sobre sociedad de la información en los institutos nacionales de estadísticas en América latina y el Caribe..

[16] Rodríguez, Carlos Enrique. Diseño Multimedia sobre creación de página Web y Dream weaver MX2004. Universidad del Área Andina. Bogotá. 2007

[17] Tall. En: Trumper, Rosa Eugenia y Del Río, María Isabel. Geometría Dinámica, Viña del Mar 2006.

[18] Urbina, S. Informática y Teorías del Aprendizaje. Bogotá: Paidós, 1999

[19] Sznajdeler, Pablo. Java a Fondo. Editorial Alfaomega 2010.

[20] Sanchez, Salvador, Sicilia, Miguel Angel, Rodriguez, Daniel. Ingeniería Del Software: Un enfoque desde la guía Swebok. Editorial Alfaomega 2012.