
DISEÑO DE UN AMBIENTE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PARA LA COMPRESION DE INTERSECCIONES DE SUPERFICIES GEOMÉTRICAS CON CABRI 3D

Sonia Cubillos Vanegas

sonia_cubillos@hotmail.com

Pontificia Universidad Javeriana. COLOMBIA

RESUMEN

El objetivo de esta presentación es la de establecer las características deseables del diseño de un ambiente enriquecido por medios digitales para la enseñanza y el aprendizaje de temas específicos de la geometría descriptiva como son la intersección de superficies, el sistema se genera con el fin de servir como apoyo a las clases presenciales, creando un sistema alternativo de comunicación, que favorezca los proceso de comprensión espacial. La metodología propuesta permite la adaptación de los materiales al ritmo de cada estudiante, la fundamentación teórica del diseño se basa en parte en el aprendizaje significativo propuesto por Ausubel (2005) en lo referente al diseño de organizadores previos de tipo expositivo, se toman en cuenta algunas consideraciones de la teoría de la transacción instructiva creada por Merrill (1993), y se describen algunas de las ventajas del uso de Cabri 3D en los proceso de diseño y construcción de material didáctico desarrollado para las clases. Se presentarán modelaciones de intersecciones entre superficies: Cilindro-cilindro, cono-cono, cilindro-cono, plano-cilindro, cono-cilindro, esfera-esfera, así como el desarrollo del Cubo truncado con la representación de las intersecciones entre las caras octogonales y la esfera inscrita en el poliedro, algunas se contextualizan en pequeños proyectos de diseño, algunos funcionales y otros figurativos.

INTRODUCCIÓN

En muchos estudios sobre producción de software, existe un gran vacío en lo referente a la calidad de las teorías de aprendizaje, que deben ser soporte fundamental en el desarrollo del software educativo, dada la magnitud de la temática, solo se mencionan algunos principios básicos en diseño del ambiente de aprendizaje desde la perspectiva de Jonassen (1991), Ausubel (2005) y Merrill (1993), en este documento se plantearan los aportes de Cabri 3D al proceso y las ventajas de los sistemas de ejercitación y practica enunciadas por Mafune, (2000). De otra parte la complejidad de la producción de software educativo (en general cualquier material educativo digital que provea apoyo a procesos de aprendizaje) implica decisiones en torno a: contenidos

(Selección, organización, adaptación, entre otras), estrategias de enseñanza y aprendizaje de dichos contenidos, diseño de interfase (y todo lo relacionado con Usabilidad), así como los principios del E-learning.

El objetivo fundamental de los procesos de enseñanza aprendizaje de la geometría descriptiva dentro de la Asignatura de Representación Gráfica es la conceptualización de la forma y del espacio. La Geometría Descriptiva fue desarrollada por Gaspar Monge en el siglo XVII, actualmente se constituye en la base de la comprensión de los principios utilizados en la representación bi y tridimensional, los métodos plantados por Monge no han cambiado sustancialmente. Por la complejidad de las interacciones suscitadas al interior del aula, la enseñanza de la Geometría Descriptiva no puede traducirse a normas pre-establecidas, sino a la generación de **ambientes educativos vivenciales** en la búsqueda conjunta del conocimiento.

La enseñanza de la Geometría descriptiva se concibe como piedra angular de la formación de las **estructuras de pensamiento geométrico** en el estudiante; **pensamiento centrado en los procesos de abstracción y comprensión espacial**, y no en los procesos de dibujo técnico como bien lo anota: *“Es un empobrecimiento en la educación geométrica conservar de la geometría solo el dibujo y pensar que eso es proceder geoméricamente, como se puede leer en algunos textos”¹*.

El diseño de un ambiente para la enseñanza y el aprendizaje de geometría hacen énfasis en la unidad didáctica, la cual, si es de calidad, debe manifestar una coherencia formal y conceptual con las características del entorno educativo, donde se aplicará, diseñará o utilizará. Desde el enfoque de Ausubel² se buscará generar aprendizajes significativos mediante el establecimiento de organizadores previos, para lo cual se organiza la navegabilidad de los sistemas presentación de conceptos por medio de mapas conceptuales³, que permitan la pre-visualización de la totalidad de los contenidos

¹ CAMPOS ALBERTO. Educación Geométrica. Ponencia presentada en la Reunión Latinoamericana de matemática educativa. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá 1998.

² “La esencia del aprendizaje significativo, reside en que las ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino sustancial con lo que el alumno ya sabe. El material que aprende es potencialmente significativo para él”

³ Existen numerosas herramientas disponibles en la red de carácter incluso gratuito como CmapTools del Institute for Human and Machine Cognition. www.coginst.uwf.edu, herramienta utilizada incluso por la Nasa

de la unidad didáctica, esto para favorecer una primera aproximación a la red conceptual de los estudiantes.

Para lograr procesos de comprensión espacial y formal por parte de los alumnos, desde la perspectiva geométrica no es suficiente establecer como único medio referentes conceptuales teóricos (aunque indispensables) sino que se hace necesario acompañar el proceso con prácticas y ejercitación, que faciliten concretar y asimilar los conceptos a través de proceso de análisis y resolución de problemas, por lo que se considera que el aprendizaje se realiza mediante un proceso de estructuración del conocimiento y la adquisición de experiencia por parte del estudiante. ***Aprender es Principalmente pasar del Estado de Novato al estado de Experto.***

Diseñar contenidos estructurados con una secuencia adecuada, no es suficiente, se requiere generar procesos apropiados de interacción entre el estudiante y el medio digital, específicamente con el contenido de la unidad didáctica, buscando siempre que se cumplan con los objetivos planteados en la evaluación; los ejercicios y simulaciones de procesos geométricos deben permitir al estudiante ir más allá de los procesos de memorización, hasta llegar a procesos de comprensión o en el mejor de los casos ser participe activo de la construcción de su propio conocimiento, mediante la resolución de problemas.

Las teorías constructivistas establecen tres niveles de adquisición del conocimiento Alcantud (1999):

1. **Introductorio o inicial:** El alumno dispone de pocos conocimientos sobre una determinada habilidad o área del conocimiento. Representa el estado inicial en la estructuración de los esquemas del conocimiento.
2. **Avanzado:** Supone la adquisición de conocimientos mejor estructurados que permitan al alumno solucionar problemas más complejos.
3. **Experto:** Se caracteriza por tener una estructura del conocimiento más coherente con interconexiones entre las diferentes estructuras cognitivas. Este nivel se alcanza mediante la ejercitación que aporta la experiencia para extrapolar los conceptos en diferentes contextos.

NIVELES DE ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO:

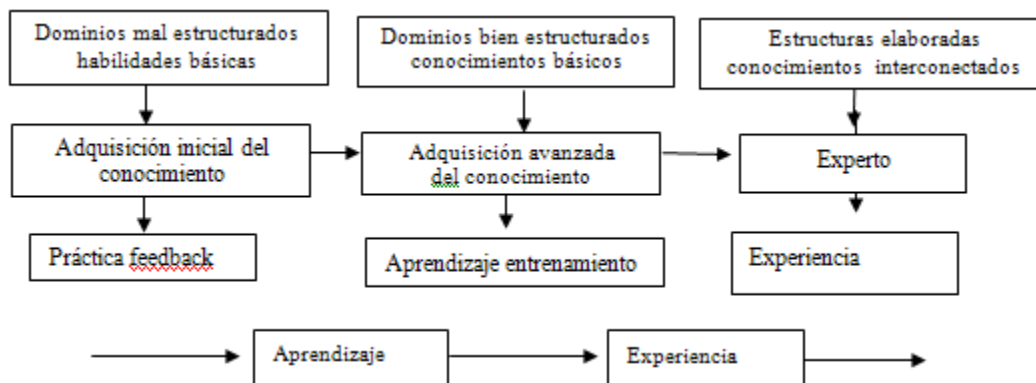


Diagrama 1. Tres fases de adquisición del conocimiento Jonassen 1991

Para Zimmermann y Cunningham (1991) el objetivo de la instrucción es construir interpretaciones de la realidad desde la visión particular del mismo estudiante.... “Los estudiantes no transfieren el conocimiento que proviene del mundo exterior a su memoria.... ellos crean interpretaciones del mundo basadas en sus experiencias e interpretaciones del mundo”.

Merril (1993), aclara la forma adecuada para generar interacciones entre el estudiante y el medio instructivo (el software), con el fin de generar experiencia. Para que una transacción instructiva sea efectiva debe tener las siguientes características: incluir interactividad y generar dinamismo; es decir requiere un esfuerzo mental por parte del aprendiz, debe facilitar la adquisición de un modelo mental. Un modelo mental está formado por las representaciones cognitivas de un cuerpo organizado de conceptos y habilidades adquiridos por el estudiante y que conforman las redes de información que este posee.

Toda transacción instruccional está condicionada por tres parámetros principales: el modo de presentación de los materiales educativos (modo expositivo o inquisitivo); el control que el estudiante ejerce sobre el sistema (incentivar la atención del estudiante y que éste controle la interacción) y la guía (información adicional que acompaña la presentación). Siguiendo la idea de que existen distintos tipos de procesos cognitivos que utilizan estructuras diferentes, también deben existir diferentes clases de transacciones instructivas que son más o menos apropiadas para promover la

adquisición de tipos particulares de modelos mentales. La creación de software educativo con base en este modelo permite el uso adecuado de los medios digitales, con el objetivo de ayudar al profesor en el proceso instructivo sin suplantarlo.

PROBLEMÁTICA DE LOS PROCESOS DE COMPRENSIÓN ESPACIAL DE LA GEOMETRÍA

El aprendizaje de la geometría descriptiva requiere del dominio tanto de habilidades manuales como de procesos de abstracción y comprensión, pero los libros que han sido utilizados tradicionalmente como apoyo a todos estos procesos educativos utilizan gran cantidad de reglas, que si bien son indispensables para el desarrollo de los conceptos de geometría y para la resolución de problemas, traen algunas de las siguientes consecuencias:

1. El Estudiante Resuelve *correctamente los problemas (forma mecánica de aplicación de reglas) pero no comprende* a cabalidad los procesos espaciales de abstracción que estos conllevan; aunque un estudiante puede llegar a la solución del problema, no se puede afirmar que el problema fue comprendido. 2. El Estudiante *Comprende los procesos de abstracción* pero *se le dificulta manifestar las respuestas manuales*. 3. Para la solución de problemas geométricos se requiere la inversión de *mucho tiempo* para resolver problemas de geometría que le impide realizar la suficiente *cantidad de ejercicios necesarios para asimilar e interiorizar los procesos de comprensión*. La solución de problemas requiere del desarrollo de habilidades manuales (motricidad fina), que implica un adecuado manejo de instrumentos, precisión y tiempo para llegar a la respuesta. 4. Procesos de *motivación* del estudiante: Dada la complejidad de la temática los docentes nos debemos concentrar en la enseñanza y los procesos de aprendizajes de elementos sencillos debido al poco tiempo disponible, y en muchas ocasiones no se alcanza a resolver ejercicios que manifiesten aplicaciones específicas como el desarrollo geométrico de un objeto de diseño, al no ver manifestada de manera directa la aplicación de la geometría al proceso de diseño algunos estudiantes en ocasiones se desmotivan. (El aprendizaje contextualizado genera motivación).

IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA PARA EL DISEÑADOR INDUSTRIAL

El conocimiento de la Geometría descriptiva y la Geometría Proyectiva es inherente al perfil profesional del Diseñador Industrial, ya que su conocimiento aporta a los procesos de conceptualización de la forma y el objeto, propios de los procesos de proyectación y producción. La geometría constituye la esencia y el soporte estructural abstracto e intangible de la forma objetual; su discernimiento, rigurosidad, análisis y capacidad de síntesis contribuye con la formación de Diseñador. La geometría trasciende la conformación externa del objeto para configurar tramas bi y tridimensionales, que comunican, describen expresan y dan significado al hecho creativo, en concordancia con lo expresado por Amado (2004)⁴.

El geómetra nacido en Francia Gaspar Monge (1746-1818) en su afán por la búsqueda de un procedimiento alternativo de representación creó la Geometría Descriptiva en su tratado de Geometría publicado en 1800, este tenía dos objetivos fundamentales: “El primero, dar métodos par representar en una hoja de dibujo, que no tiene más que dos dimensiones, largo y ancho, todos los cuerpos de la Naturaleza, que tienen tres dimensiones: longitud, anchura y profundidad, siempre que estos cuerpos se puedan definir rigurosamente. El segundo objetivo es proporcionar el medio de reconocer las formas de los cuerpos luego de una descripción exacta, y deducir de aquí todas las verdades que resulten en su forma y en sus posiciones respectivas”

El diseñador Industrial requiere como parte de su trabajo habitual el uso de intersecciones geométricas como posibilidad de exploración formal y como herramienta conceptual; como parte del proceso proyectual las figuras geométricas generan referencias simbólicas, lo cual facilita la comunicación, percepción, comunicación y construcción de su creación. Las intersecciones geométricas permiten generar transformaciones formales, estableciendo relaciones entre elementos que gestan nuevas lecturas y construcciones espaciales en los procesos de diseño y construcción de objetos; respecto al concepto de intersección lo definiremos en términos de Amado (2008): “Se conceptualiza como INTERSECCIÓN una operación entre dos entes

⁴ “Posibilita exhaustivos análisis de interrelaciones y organizaciones geométricas y permite una vigilancia de calidad, sin ambigüedad ni indefinición, en el proceso de diseño.. Establece la relación biunívoca necesaria entre la forma tridimensional-espacial y su expresión gráfica bidimensional analógica o digital”

geométricos que se interrelacionan (interpenetran, vinculan) mediante elementos comunes que se pertenecen mutuamente, siendo así mismo, el proceso sistemático para lograr la vinculación. Entendemos por SECCION el resultado de la operación intersección donde se manifiesta la pertenencia lineal o laminar a ambos entes. En particular, las secciones planas de superficies espaciales se producen al intersecarse éstas con planos cortantes. Por CORTE se entiende lo que se ve a través del plano de la sección”..... Las intersecciones y sus proyecciones son tomadas como nuevas entidades formales a las que se les aplica leyes de generación morfológica para producir nuevas transformaciones. Se experimenta así la máxima idoneidad del sistema diédrico, al trabajar con multiplicidad de planos de proyección elegidos en función de la conveniencia para el análisis, métrica y comunicación”

La comprensión análisis y solución de las intersecciones de superficies (cilindro-cilindro, cono-cono, cilindro-cono, esfera-cilindro, esfera-cono, entre otras) ***demandan niveles de complejidad muy alta para los estudiantes***; estos deben desarrollar al máximo su capacidad de comprensión espacial, transformando lecturas bidimensionales (mediante el uso de los sistemas diédricos ortogonales) en lecturas tridimensionales, imaginando, abstrayendo y construyendo las curvas que resultan de la de intersección de dos superficies en función de su posición, dimensiones y relaciones de posición.

Para la solución de problemas espaciales que atañen a la geometría descriptiva y el dibujo técnico, propios del trabajo del diseñador, se requiere promover en los estudiantes el desarrollo de habilidades de percepción y comprensión espacial y tridimensional, como plataformas para constituir el conocimiento de las especificaciones técnicas del dibujo mecánico como isométricos cortes, tolerancias, proyecciones oblicuas, y la respectiva elaboración de planos de producción.

USO DE CABRI EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZ APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA

Cabri 3d facilita los procesos de enseñanza aprendizaje de la Geometría descriptiva, los aspectos más relevantes son:

1. Mejora en los procesos de comprensión y percepción espacial y volumétrica: Las múltiples visualizaciones desde diversos ángulos, y las animaciones

permiten al estudiante percibir directamente el uso de las proyecciones estudiadas en Geometría, debido a las rotaciones en tiempo real facilitando la visualización, continua y multidireccional de los volúmenes, generando procesos de comprensión espacial, esta concepción concuerda con lo expresado por Armendáriz (1993)⁵. **2. Eficiente utilización del tiempo:** Dado que los docentes deben sacrificar muchas otras formas de enseñar por cubrir extensos programas, el uso de Cabri 3D permite estructurar temáticas ahorrando tiempo al docente. **3. Favorece los procesos de abstracción y análisis:** Para resolver un problema en Cabri 3d se requiere analizar procedimientos para experimentar con la forma (descubrir su estructura, componentes y demás elementos, ejes, simetrías y componentes). **4. Mejor calidad de la comunicación:** al tener el docente un referente visualizable en forma dinámica, los procesos de comunicación mejoraran generándose procesos de comprensión holística de los problemas geométricos concretos. **5. Promueve el Aprendizaje deductivo:** Cuando el estudiante intuye una solución de un problema geométrico, puede ensayar la solución y comprobar o rechazar por experimentación sus hipótesis.

GENERACIÓN INTERACTIVA Y SOLUCIÓN AUTOMÁTICA DE EJERCICIOS DE GEOMETRÍA DESCRIPTIVA DESARROLLADOS CON CABRI 3D

El uso de cabri permite al docente construir librerías de problemas de Geometría Descriptiva; los estudiantes dispondrán de ejercicios guiados que aclaran los conceptos deseados, en caso de que el estudiante no comprenda el programa con la función “revisar construcción” el estudiante podrá inspeccionar los procesos en los cuales tiene dudas analizando cualquier etapa intermedia. Al ser **Cabri 3D** un sistema paramétrico variacional el docente puede construir con poco esfuerzo múltiples soluciones posibles con una sola construcción dada; esto permite colocar ejercicios personalizados a cada estudiante, para que el luego se contraste la solución realizada por él contra la realizada

⁵ El proceso de visualización puede producirse en dos direcciones: — la interpretación y la comprensión de modelos visuales, — la habilidad para traducir a imagen visual una información recibida en forma simbólica. Armendáriz M^a. Victoria G. y Azcárate Carmen, Deulofeu Jordi *Universidad Autónoma de Barcelona* Didáctica de las Matemáticas Psicología Infancia y aprendizaje, 1993, 62-63, 77-99, Fundación Infancia y Aprendizaje, ISSN 0210-3702.

por el programa; de esta manera el docente puede desarrollar un módulo de ejercicios que con sus respectivas soluciones de forma estructurada.

Los contenidos se reducen notoriamente ya que se restringen a los conceptos más relevantes y difíciles de vislumbrar. Dadas las características del trabajo al interior del espacio digital de Cabri 3D se requiere en los procesos de desarrollo de problemas, interactuar con los elementos esenciales que componen las formas geométricas; de lo contrario las propiedades tales como *lugar geométrico* o “trayectoria” no se generan, si no existe una adecuada relación de correspondencia entre los elementos de la estructura subyacente al proceso de comprensión geométrica. Se requiere la comprensión de la estructura geométrica a profundidad para poder resolver un ejercicio, esto exige al docente reducir los contenidos temáticos a los estrictamente necesarios. Es decir encontrar la esencia geométrica del elemento con el que interactúa al interior del espacio tridimensional de Cabri. En síntesis acuñando las palabras de Mafune podemos afirmar que Cabri 3D colabora con las características enunciadas a continuación en cuanto a los procesos de aprendizaje geométrico.

Ventajas de sistemas de ejercitación y práctica (Mafune, 2000):

- 1. Interactividad:** Las instrucciones que implican interactividad gráfica aumentan la comprensión de los ejercicios de práctica. El uso de los gráficos como apuntadores, mensajes o claves (prompts), actúan como elementos motivadores, debido a procesos de retroalimentación que generan interacciones dinámicas entre el estudiante y el medio instructivo (el ordenador). Incluir interactividad y proporcionar información adicional, es decir la transacción adecuada no debe ser pasiva requiere un esfuerzo mental por parte del estudiante.
- 2. Realimentación inmediata:** La computadora pueden informar al estudiante si la respuesta es correcta o no. Puede discriminar entre los errores proveyendo diferentes respuestas a diferentes errores.
- 3. Almacenamiento de datos:** El almacenamiento de datos permite poseer un archivo de los resultados del estudiante y acceder o retirarse de los ejercicios en determinados puntos.
- 4. Niveles de Dificultad:** El profesor puede fijar el nivel o el programa puede fijar los niveles de dificultad automáticamente, de acuerdo al desenvolvimiento del estudiante. Programas de ejercitación bien diseñados proveen práctica sobre las actividades erróneas hasta que el estudiante las pase correctamente.
- 5. Motivación:** El uso de un programa de ejercitación y práctica puede ser más motivante que el uso de actividades basadas en papel.

EJERCICIOS DESARROLLADOS EN CABRI 3D COMO APOYO A LOS PROCESO DE APRENDIZAJE DE INTERSECCIONES

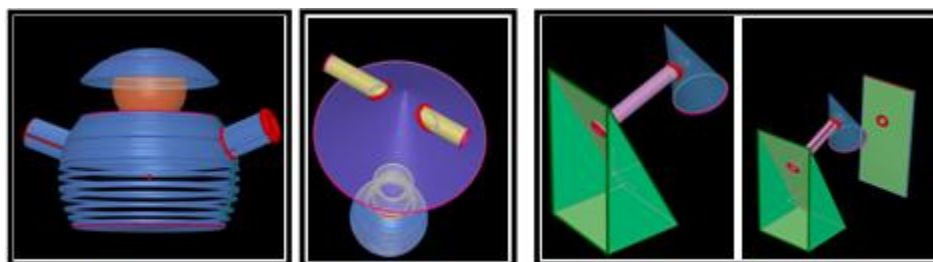


FIGURA 1.

FIGURA 2

FIGURA 3.

FIGURA 1. Intersección sección esférica y cilindro, por medio la función de lugar geométrico. **FIGURA 2.** Intersección cono y cilindro, utilizando la función de lugar geométrico. **FIGURA 3.** Intersección plano- cilindro y cilindro-cono usando lugar geométrico. Plano en verdadera longitud. **FIGURA 4.** Desarrollo del cubo truncado, intersección interesfera y octágonos. **FIGURA 5.** Intersección cono-con y cilindro – cilindro.

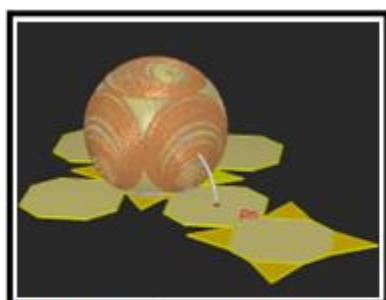
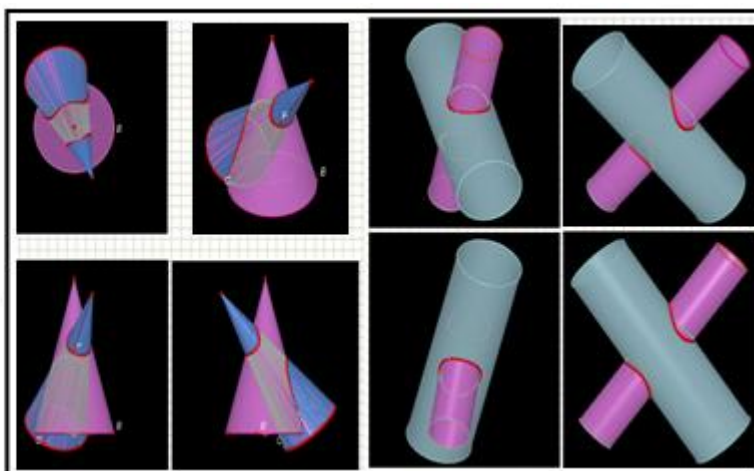


FIGURA 4

FIGURA 5



BIBLIOGRAFÍA

AUSUBEL, David. *Psicología Educativa: un punto de vista Cognoscitivo*. Editorial Trillas. Decimosexta reimpresión. 2005.

AMADO Emma, Montañés Clara, Rodríguez Nélica. *Articulación curricular en Sistemas Gráficos: Gráfica-objeto para un diseño sin ambigüedades.* Institución:

Universidad Nacional de San Juan – Facultad de Diseño Industrial, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan. 2004.

AZINIAN, H. Resolución de problemas matemáticos. Visualización y manipulación con computadora. Novedades Educativas. Buenos Aires. 1997.

CALCERRADA Zamora, Félix. *Las Matemáticas y el Diseño Industrial.* http://matematicas.uclm.es/ita-cr/web_matematicas/trabajos/84/matematicas_DiseñoIndustrial.pdf. Consultado junio 2008.

CARRETERO Díaz, Antonio Aviaría. Metodología didáctica para enseñanza de Geometría Descriptiva basada en un Tutor-Evaluador y en un Generador de ejercicios integrados en un entorno de propósito constructivo general. Escuela técnica superior de Ingenieros Industriales Universidad Politécnica de Madrid. 2001.

JONASSEN, D.H. Evaluating constructivist learning. Educational Technology. September, 1991.

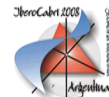
FISCHBEIN, E. The theory of figural concepts Educational Studies in Mathematics. 1993.

GÓMEZ Gabaldón, Arquímedes José. *Nuevos planteamientos metodológicos en la Enseñanza de la geometría.* Geometría dinámica con Cabri. 2004.

GROS, B. (Coord.), Bernardo, A., Lizano, M., Martínez, C., Panadés, M., Ruiz, I. *Diseños y programas educativos, pautas pedagógicas para la elaboración de software*”. Editorial Ariel, S.A. 1997.

KEREKI de Friss, Guerrero Inés. *Modelo para la Creación de Entornos de Aprendizaje basados en técnicas de Gestión del Conocimiento.* Tesis de doctorado para la obtención del grado de doctor en ingeniería informática. Facultad de informática de la Universidad politécnica de Madrid. 2003.

LSD2 y otros Cabri-classe - Apprendre la geometrie avec un logiciel. Eds Archimede. Nuevos planteamientos metodológicos en la enseñanza de la geometría. Geometría dinámica con Cabri. 1994.



MAFUNE, P. The Rationale behind the use of Drills, Tutorials, Simulations and Games. MEd Project. 2000.

MERRILL, M.D. e ID2 Research Team Instructional Transaction Theory: Knowledge relationships among Processes, Entities, and Activities. Educational Technology. 1993.

MONGE Gaspar 1746-1818. Editor: Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid España. 1996.

O'SHEA, T. et al. Tim O'Shea, John Self: *Enseñanza y aprendizaje con ordenadores inteligencia artificial en educación*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia, S.A., 1985.

PÉREZ Urbaneja, Elina. *El ayer y hoy del diseño industrial en el mundo* disponible <http://www.analitica.com/va/arte/portafolio/4110608.asp> Consultado junio 2008.

ZIMMERMANN, W., y CUNNINGHAM, S. (Ed.) *Visualization in teaching and learning Mathematics*. Mathematics Association of America. 1991.

