

LA COMPUTADORA COMO MEDIO DE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS

Ing. Liana Romero Lovio¹

*1. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca
Km.3, Matanzas, Cuba.*

Resumen.

Uno de los más recientes esfuerzos que la comunidad científica realiza con el objetivo de revolucionar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y de la Matemática, en particular, es la creación del software educativo como parte de la tecnología educativa. En este trabajo, el software educativo es considerado como uno de los recursos más importantes y completos de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones (TIC), partiendo del hecho de que por medio de la tecnología se puede lograr que los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática, cumplan justamente con las expectativas del mundo de hoy, en el sentido de en dichos procesos se utilicen aquellos medios que constituyan una motivación para el aprendizaje de los estudiantes, que el acto de aprendizaje sea significativo y que el acceso al conocimiento sea cada vez más independiente y según las necesidades.

Palabras claves: Medio de enseñanza, Software educativo, Matemática.

Introducción.

La educación es la creación humana necesaria para lograr la formación del hombre en el seno de la sociedad y de la cultura en que vive. Desde los inicios de la humanidad ha sufrido profundos cambios evolucionando progresivamente, entre otros aspectos, hacia nuevas formas, métodos y medios de enseñanza.

El importante papel de la Matemática en el contexto del desarrollo científico y tecnológico actual de la humanidad tiene la misión histórica de desarrollar el pensamiento lógico, el pensamiento algorítmico, el pensamiento heurístico y el pensamiento de modelación, con el objetivo de contribuir al desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes, lo que hace de la Matemática una importante herramienta de trabajo y además la disciplina básica fundamental.

Tradicionalmente, la Matemática ha sido enseñada y estudiada mediante la aplicación de una serie de reglas, que el estudiante debe aplicar sistemáticamente sobre símbolos matemáticos, sin entender la mayoría de las veces lo que hace, ni por qué lo hace o para qué lo hace.

La enseñanza moderna de las Matemática plantea un aprendizaje experimental, en el que el desarrollo de la intuición del estudiante para entender las características de los conceptos que analiza y mantener una visión general del problema, constituyen los objetivos centrales de ese aprendizaje.

Para lograr este objetivo, resulta fundamental la visualización gráfica de los conceptos que se pretenden utilizar o analizar, así como de los procesos de transformación a los que dichos conceptos son sometidos.

Con la notable difusión en nuestros días de la Tecnología Educativa, la comunidad científica realiza esfuerzos con el objetivo de revolucionar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y de la Matemática, en particular. El software educativo, considerado como uno de los recursos más importantes y completos de las TIC, se aborda en este trabajo con el propósito de lograr que los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática, cumplan justamente con las expectativas del mundo de hoy, en el sentido de que en dichos procesos se utilicen aquellos medios que constituyan una motivación para el aprendizaje de los estudiantes, que el acto de aprendizaje sea significativo y que el acceso al conocimiento sea cada vez más independiente y según las necesidades.

Desarrollo.

Medios de enseñanza

Los medios juegan un importante papel dentro del proceso de enseñanza- aprendizaje, debido a que condicionan y modulan el establecimiento del resto de las categorías curriculares, tales como: los objetivos, el contenido, los métodos, las formas organizativas y la evaluación del aprendizaje, los que en su conjunto componen y determinan la estructura de la Didáctica, ciencia esta que estudia el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para comprender la importancia conferida a esta categoría de la Didáctica se enuncian las definiciones ofrecidas por diversos autores:

Para Fátima Addine, “Los medios de enseñanza y aprendizaje permiten la facilitación del proceso, a través de objetos reales, sus representaciones e instrumentos que sirven de apoyo material para la apropiación del contenido, complementando al método, para la consecución de los objetivos”. (Addine, 2004)

“Los medios de enseñanza son los elementos facilitadores del proceso, responden a la pregunta “¿con qué?” y están conformados por un conjunto, con carácter de sistema, de objetos reales, sus representaciones e instrumentos sirven de apoyo material para la consecución de los objetivos.” (Ginoris, 2006)

Mariela Sarmiento (Sarmiento, 2007), analiza las variaciones que con el transcurso del tiempo ha tenido la definición de medio, señalando que estas han aportado nuevos elementos que tienen en cuenta desde el contexto en el cual son elaborados o utilizados con propósitos instructivos, hasta la meta de utilización de los mismos: Contribuir a la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, destaca que el medio debe poseer algún sistema de símbolos, es decir, debe representar algo distinto de sí mismo y con ello indica que debe tener algún soporte físico.

Como se puede apreciar los medios son materiales físicos utilizados para transmitir información entre las personas, los cuales permiten la comprensión de la información que se ofrece. Debe tener para ello intenciones didácticas de forma que introduzca en los estudiantes los conocimientos que se desea que adquieran contribuyendo al perfeccionamiento del proceso de enseñanza- aprendizaje.

Con el avance actual de la tecnología y el desarrollo alcanzado por la Informática a nivel mundial, se han introducido en las escuelas y universidades modificaciones en las formas tradicionales de enseñar y aprender, exigiendo por parte de la sociedad la capacidad de dar respuesta a estos nuevos retos y la demanda de formación de nuevas capacidades mentales para enfrentarlos. Estas técnicas van dirigidas hacia la utilización de medios modernos de enseñanza, resultando de especial interés, la computadora, la que proporciona múltiples ventajas tanto a los docentes como a los estudiantes.

La computadora como medio de enseñanza

Mucho se ha debatido desde el surgimiento de la enseñanza programada (Skinner, 1938), acerca del impacto que traen estas herramientas en el diseño de funciones de enseñanza con el objetivo de estimular la creatividad, el interés por el aprendizaje, la apropiación de los conocimientos y fomentar el desarrollo intelectual. Es por ello que el estudio de esta como medio didáctico ha sido motivo de investigación por varios autores, llevándonos a la valoración y reflexión sobre la eficacia de estas herramientas en la enseñanza.

(Jiménez, 2005) y (Pedreira, 2003) coinciden en que el uso de la computadora como medio de enseñanza debe contribuir a un aprendizaje activo y desarrollador en dependencia de la forma de utilización y para ello debe dejarse a un lado los esquemas y prácticas formales, esquemáticas y rutinarias que hacen que el aprendizaje sea meramente reproductivo, provocando en los estudiantes una actividad mental de bajo nivel, y el no poder explorar su potencial específico, poniendo como ejemplos la posibilidad interactiva y la capacidad para la presentación de datos.

En (Silva, 2007) el autor destaca la importancia del uso de las TIC como medio fundamental para el desarrollo de habilidades y capacidades que demanda la sociedad actual, y que serían difíciles de obtener exclusivamente a través de una enseñanza tradicional.

Existen visiones simplistas que ven el uso de las tecnologías como una posible solución a los problemas de la enseñanza, como una auténtica tendencia innovadora, lo cual (Gil, 1993) no niega, pero está en desacuerdo en que constituyan por sí solas una tendencia transformadora.

A decir de algunas fuentes consultadas como (Kozak, 2002) “En muchos casos la incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTCI) a la enseñanza ha respondido más a criterios de "marketing educativo" o moda pedagógica que a una innovación real.” También alerta que la tecnología debe considerarse como un medio y no como un fin en sí mismo y que debe hacerse énfasis en los procesos de aprendizaje más que en el análisis de las tecnologías en sí mismas. En este sentido (Silva, 2007) y (Kozak, 2002) concuerdan en que estas tecnologías por sí mismas no suponen una oferta pedagógica como tal, sino que su validez educativa estriba en el uso que las escuelas hagan de ella, coincidiendo con Pastor Torres cuando afirma “... subordinar el uso de la computación en la enseñanza, al desarrollo de una óptima y segura teoría de aprendizaje, conduce a un problema sin solución a corto plazo, e impide la realización de experiencias que permitan modificar las condiciones actuales en que transcurre el proceso de enseñanza-aprendizaje...” (Torres, 1997)

Este criterio también es compartido por (Heide y Stilborne, 2000) cuando plantean que “... O computador estão no centro do debate sobre o emprego das novas tecnologias na educação. Apresentados como símbolos de modernidade e, muitas vezes, usados como diferencial de qualidade pelo marketing das escolas, com o objetivo de conquistar novos alunos, estas tecnologias nada mais são que instrumentos didático-pedagógicos. Como tais, podem ser utilizados tendo como base, moderna ou antiga, paradigmas educacionais. (Citado por: Oliveira, 2002)

Software educativo

La presencia de las tecnologías en los cambios recientes en el entorno educativo ha propiciado el surgimiento de las llamadas tecnologías educativas.

Pueden encontrarse definiciones de tecnología educativa en:

(Fandos, 2003) Concibe por Tecnología Educativa “... el diseño de situaciones de aprendizaje, donde cabe entender que el dominio instrumental de técnicas y medios se presenta en un segundo plano ante la prioridad en diseñar situaciones instruccionales que requieren la configuración de los diferentes elementos que confeccionan los procesos de enseñanza. No es más, pues, que conocer la situación, adoptar decisiones, comprender el modo de actuación y abordar la temática presentada con el fin de optimizar el aprendizaje”.

(Lima, 2005) En esta se asume la definición dada por Ríos Ariza y Cebrian de la Serna “... como aquella que estudia los procesos de significación que generan los distintos equipos tecnológicos y demás materiales didácticos, dentro de los procesos culturales y educativos, con el fin de buscar teorías explicativas y descriptivas, que por un lado,

iluminen el empleo de equipos técnicos o inspiren, por otro lado, el diseño, la producción o evaluación de materiales didácticos según las finalidades educativas y valores culturales”.

(Rodríguez et al., 2000) La considera “... como una compleja organización de muchos elementos que están diseñados para ayudar a causar cambios en el comportamiento de los estudiantes. Tiene que ver con el uso de las técnicas de validación de resultados, estudio de condiciones ambientales de métodos, de teorías del aprendizaje, del aprendizaje afectivo (actitudes, valores, etc.), estudio de la naturaleza de los alumnos, de la manera de seleccionar, estructurar, ordenar, sintetizar y resumir el contenido de un curso de la estrategia de la motivación y por supuesto, con los medios.”

Hasta el momento tanto las posiciones de autores con relación a la inclusión de las computadoras en el sistema educativo, como las definiciones de tecnología educativa le confieren a estos medios el importante rol de instrumento de ayuda para la adquisición de conocimientos, para lo cual será necesario la utilización de un software previamente elaborado y que será ofrecido al alumno para alcanzar un objetivo determinado, dando surgimiento a una nueva definición dentro del campo de la Tecnología Educativa: el Software Educativo.

“Con la expresión “software educativo” se representa a todos los programas educativos y didácticos creados para computadoras con fines específicos de ser utilizados como medio didáctico, para facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje” (Marqués, 1999). Marqués no considera dentro de esta categoría a aquel software que haya sido concebido para actividades más bien empresariales (procesadores de textos, planillas de cálculos, entre otros), pero que también se utilizan en ámbitos educativos con fines didácticos.

Para Zulma Cataldi son “los programas de computación realizados con la finalidad de ser utilizados como facilitadores del proceso de enseñanza” y consecuentemente de aprendizaje, con algunas características particulares tales como: la facilidad de uso, la interactividad y la posibilidad de personalización de la velocidad de los aprendizajes. (Cataldi, 2000)

Otra de las definiciones es la ofrecida por Careaga Butter: “Es un programa o conjunto de programas computacionales que se ejecutan dinámicamente según un propósito determinado. Se habla de software educativo cuando los programas incorporan una intencionalidad pedagógica, incluyendo uno o varios objetivos de aprendizaje” (Pizarro, 2009)

Por otra parte (Hernández, 2007) tiene en cuenta que es un producto tecnológico que se utiliza en contextos educativos, esté o no específicamente diseñado para este uso, concebido como uno de los materiales que emplea quien enseña y quien aprende para alcanzar determinados propósitos. Adicionalmente, es un medio de presentación y desarrollo de contenidos educativos como lo puede ser un libro o un video.

Cada una de las definiciones antes referidas toman como punto de partida la enunciada en (Marqués, 1999), donde consideran dentro de la categoría de software educativo a todos los programas computacionales diseñado especialmente para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje.

Para Pere Marqués existen cinco características esenciales que todo software educativo comparte (Marqués, 1999):

- ✓ Pensado y desarrollado con finalidad didáctica desde el momento de su elaboración.
- ✓ Elaborado de manera tal que se utilice el ordenador como soporte en el que los alumnos realizan las actividades que ellos proponen.
- ✓ Interactivo, es decir, debe contestar inmediatamente las acciones de los alumnos y permitir un diálogo y un intercambio de informaciones entre el ordenador y los alumnos.
- ✓ Desarrollado de forma que individualice el trabajo de los alumnos o que se adapte al ritmo de trabajo de cada uno, y que puedan adaptarse sus actividades según las actuaciones de los alumnos.
- ✓ Fácil de usar. Esto es, los conocimientos informáticos necesarios para utilizar la mayoría de estos programas deben ser similares a los conocimientos de electrónica necesarios para usar un video, es decir, mínimos, aunque cada programa tenga reglas de funcionamiento que sea necesario conocer.

Por otra parte (Marqués, 1999) afirma que el software educativo por sí mismo no puede decirse que sea bueno o malo, todo dependerá del uso que de él se haga, de la manera cómo se utilice en cada situación concreta. En última instancia su funcionalidad y las ventajas e inconvenientes que pueda comportar su uso serán el resultado de las características del material, de la adecuación al contexto educativo al que se aplica y de la manera en que el profesor organice su utilización.

De todo lo anterior se evidencia que no existen conclusiones determinantes respecto a la utilización de las TIC como medios didácticos, aunque la mayoría apunta hacia la conveniencia de su utilización, criterio que este trabajo defiende, coincidiendo con (Hurtado... et al., 2009) en que los software educativos, como medios de enseñanza resultan un eficiente auxiliar del profesor en la preparación e impartición de las clases, ya que contribuyen a una mayor ganancia metodológica y a una racionalización de las actividades del profesor y los alumnos. Para ello deben definirse qué objetivos pedagógicos y qué fines didácticos se pretende lograr con estas técnicas de información, y cómo deben utilizarse en las diferentes situaciones educativas.

Se trata, en definitiva, de generar propuestas viables para el uso de las TIC desde una perspectiva enriquecedora, capaz de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje y, por tanto, cuestionarse cómo pueden ayudar a que se logren los objetivos educativos previstos en un programa de formación. Son muchas las experiencias de investigadores que abogan por aplicar estas herramientas a la enseñanza, aunque muchas veces se cae en el error de olvidar que el acto didáctico responde a un binomio compuesto, en el cual también debe tenerse en cuenta el aprendizaje.

La computadora en la enseñanza de la Matemática

La inclusión de las tecnologías en el ámbito educativo ha revolucionado la enseñanza de la Matemática, provocando numerosos cambios, propiciados por las experiencias educativas y las investigaciones que se han realizado. Estas tecnologías han estado

relacionadas con la enseñanza de la Matemática, como ninguna otra ciencia, a partir del reemplazo de las tablas impresas utilizadas en la resolución de cálculos, por la incorporación de calculadoras graficadoras y computadoras.

Aún cuando coexisten diferentes criterios relacionados con su aplicación en la enseñanza de la Matemática, la generalidad aboga por su utilización debido a los múltiples beneficios que aquí serán expuestos, a juicio y experiencia de varios autores.

Las habilidades de visualización mental y la comprensión de ideas algebraicas son estimuladas al poder generar y manipular imágenes por medio de la computadora. (Hernández, 2005)

La actividad matemática puede verse mejorada, debido a que el ordenador permite manipular gráficos, ofreciendo la posibilidad de representar los objetos en diferentes sistemas de representación, circunstancia que favorece una mayor comprensión de los objetos matemáticos. (Sordo, 2005)

También se considera que “los entornos informáticos permiten a los usuarios manipular de forma más directa los objetos matemáticos y sus relaciones, concretando de alguna manera los conceptos matemáticos abstractos. Lo que los diferencia de otros materiales pedagógicos utilizados en la enseñanza de las matemáticas es su naturaleza intrínsecamente cognitiva”. (Gómez, 2002) En tal sentido Pizarro considera que la computadora hace posible que los conceptos puedan ser ampliamente visualizados, lo cual se debe a que “...permiten que se desarrollen actividades desde más de un sistema de representación, es decir no sólo desde el enfoque algebraico sino que también logren visualizar el concepto desarrollado” (Pizarro, 2009)

En (Santandreu, 2005) la autora realiza un profundo análisis sobre la incidencia de las TIC en el área de la Matemática, apoyada en ideas de varios autores, de los que se seleccionaron los dos siguientes por coincidir con los criterios expresados anteriormente.

“Des d'aquest punt de vista, considerem els instruments tecnològics com a instruments de mediació en la construcció i estructuració del coneixement matemàtic. Els significats dels objectes i les accions es manipulen i modifiquen mitjançant un procés interpretatiu que es desenvolupa per les persones. Quan l'alumne treballa amb una eina tecnològica està orientant el seu treball atenent al significat que li adjudica als objectes i accions que es representen a la pantalla. D'aquesta manera, el significat es deriva o sorgeix com a conseqüència de la interacció entre l'individu, la seva experiència i l'instrument emprat”. (Santandreu, 2005)

Així mateix considerem que les TIC subministren un nou ambient que permet diferents representacions semiòtiques d'un concepte u operació matemàtica i, el que és més important, permeten el trànsit d'una representació a una altra”. (Santandreu, 2005)

Un detallado reporte de las numerosas ventajas del uso de las computadoras en la enseñanza de la Matemática se aprecia en (Sordo, 2005) y en (Santandreu, 2005) con similares razonamientos. Por otra parte (Pizarro, 2009) plantea las diferentes formas de incluirlas en la enseñanza de la Matemática.

Este trabajo comparte el criterio de que la computadora ofrece a los estudiantes facilidades para la adquisición de conocimientos matemáticos, en especial los relacionados con las representaciones de un concepto en estudio. Para ello se apoya en sus capacidades gráficas, ofreciendo por medio de la visualización el manejo de diferentes representaciones de un concepto. No obstante, si bien reconoce las indiscutibles facilidades, en lo que se refiere a nuevas formas de aprender y trabajar el conocimiento, también coincide en que su uso debe estar guiado por una buena didáctica para lograr resultados satisfactorios. En tal sentido, Bautista es de la opinión de que los problemas intrínsecos a la educación matemática no se resuelven de forma automática con el uso de las tecnologías, de hecho “la naturaleza de la herramienta no explica o justifica su resultado, más bien el uso que se ha hecho del instrumento; más que el medio o herramienta en sí, son los contextos y el uso de los recursos quienes determinan el efecto que estos causan sobre el pensamiento de quienes los utilizan” (Citado por: Sordo, 2005)

Otros destacan que es posible ante la rapidez del cambio que la computación en la educación ha producido, que estos cambios no siempre hayan logrado el éxito esperado, y lo atribuyen fundamentalmente a la ausencia de una cuidadosa planeación didáctica, causando en muchas ocasiones confusiones, tanto en el estudiante como en el docente, trayendo desconcierto y perjuicio en el tradicional proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática.

Conclusiones.

Una vez valoradas las facilidades que ofrece la computadora con relación a la adquisición de conocimientos matemáticos, se llega a la conclusión de que no es suficiente la simple integración de esta al currículo para mejorar el desempeño de los estudiantes. Es necesario para lograr la mejor aceptación en el ámbito académico, mostrar el uso adecuado de ellas, diseñando archivos que propicien actividad mental en los estudiantes y no sean una mera herramienta para realizar cálculos. Su uso debe estar guiado por una buena didáctica para lograr resultados satisfactorios. Debe aclararse que la computadora por si sola no es capaz de lograr aprendizajes de conceptos matemáticos, pero si se hace acompañar de actividades didácticas y es utilizada de forma racional, producirá aprendizajes significativos en los estudiantes.

Sobre las opiniones referentes a su uso no puede decirse que sean extremas o radicales, puesto que la mayoría de ellas consideran que la enseñanza de la Matemática no debe mantenerse al margen de las TIC y deben ser aprovechadas las posibilidades que estas ofrecen. Dentro de estas ventajas resalta la importancia que tiene la visualización gráfica de los conceptos que se pretenden utilizar o analizar, así como de los procesos de transformación a los que dichos conceptos son sometidos.

Bibliografía.

ADDINE, F. Didáctica: Teoría y Práctica (compilación). Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 2004.

CATALDI, Z. Metodología de diseño, desarrollo y evaluación de software educativo. 75 h. Tesis en opción al título de Máster en Informática. Universidad Nacional de La Plata. ISBN 960-34-0204-2. 2000.

FANDOS, M. Formación basada en las tecnologías de la información y comunicación: análisis didáctico del proceso de enseñanza-aprendizaje. 571 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universitat Rovira i Virgili. Venezuela. 2003.

GIL, D.; DE GUZMÁN, M. ¿Las nuevas tecnologías como base de la renovación de la enseñanza? Enseñanza de las ciencias y la matemática. Tendencias e innovaciones Editorial Popular s.a. España. ISBN: 84- 7884- 092- 3. p. 33-35. 1993.

GINORIS, O.; ADDINE, F. Y TURCAZ, J. Curso Didáctica General. Material básico para la maestría en educación. 2006.

GÓMEZ, M. Estudio teórico, desarrollo, implementación y evaluación de un entorno de enseñanza colaborativa con soporte informático (cscl) para matemáticas. 318 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ISBN: 84-669-2339-X. 2002.

HERNÁNDEZ, V.E. Un modelo de evaluación de software educativo para la enseñanza de la matemática. 2007.

HERNÁNDEZ, E.J. Software educativo para el aprendizaje experimental de las matemáticas. Encuentro Internacional de Educación Superior (México DF, 20 – 24 Junio, México) Virtual Educa. 8 h. 2005.

HURTADO, F... et al. El uso del software educativo en la escuela cubana y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Curso No.40, Pedagogía 2009.

JIMÉNEZ, M.L. La tecnología informática. Su utilización en el proceso enseñanza aprendizaje. Ciudad de La Habana. Educación Cubana. 27 p. ISBN 959- 18- 0022- 3. 2005.

KOZAK, D. Innovación pedagógica en la educación superior y nuevas tecnologías: entre hacer "más de lo mismo" o innovar de verdad. 19 h. Trabajo presentado en el Segundo Congreso Internacional Docencia Universitaria e Innovación. Buenos Aires, Argentina. 2002.

LIMA, S. La mediación pedagógica con uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Curso 67. Congreso Pedagogía 2005. Ciudad de la Habana, Cuba. 2005.

MARQUÉ, P. Multimedia educativo: Clasificación, funciones, ventajas e inconvenientes. 1999. Disponible en: <http://dewey.uab.es/pmarques/funcion.htm>

OLIVEIRA, M. O uso do computador no ensino para formar, processar, gerenciar informações e construir conhecimento: visão diagnóstica. 78 h. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2002.

PEDREIRA, N. Un modelo de autoaprendizaje virtual. 138 h. Tesis Doctoral. Universidad de La Coruña. La Coruña. 2003.

PIZARRO, R.A. Las TICs en la enseñanza de las Matemáticas. Aplicación al caso de Métodos Numéricos. 110 h. Tesis en opción al título de Master en Ciencias en

Tecnología Informática Aplicada en Educación. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires. 2009.

RODRÍGUEZ, R... et al. Introducción a la Informática Educativa. Universidad de Pinar del Río Hermanos Sainz Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría. 2000.

SANTANDREU, M. La formació en TIC del professorat de matemàtiques de secundària de les comarques meridionals. Cambrils. 624 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. 2005

SARMIENTO, M. La enseñanza de las matemáticas y las NTIC. Una estrategia de formación permanente. Tarragona. 793 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universitat Rovira i Virgili. ISBN: 978-84-690-8294-2. 2007.

SILVA, J.E. Las interacciones en un entorno virtual de aprendizaje para la formación continua de docentes de enseñanza básica. 356 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Programa doctorado en multimedia educativa. Universidad de Barcelona. Barcelona. 2007.

SORDO, J.M. Estudio de una estrategia didáctica basada en las nuevas tecnologías para la enseñanza de la geometría. 628 h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. ISBN: 84-669-2741-7. 2005.

TORRES, P.G. Influencias de la computación en la enseñanza de la matemática. 55h. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Instituto Central de Ciencias Pedagógicas. Sancti Spiritus. 1997.