



Multiciencias

ISSN: 1317-2255

revistamulticiencias@gmail.com

Universidad del Zulia

Venezuela

Chirinos Perozo, Evelyn Coromoto

La mediación tecnológica para la construcción de conocimiento matemático desde la complejidad

Multiciencias, vol. 15, núm. 1, enero-marzo, 2015, pp. 106-112

Universidad del Zulia

Punto Fijo, Venezuela

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90441655012>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

La mediación tecnológica para la construcción de conocimiento matemático desde la complejidad

Evelyn Coromoto Chirinos Perozo

E-mail: echirinos68@hotmail.com

Resumen

La mediación tecnológica para la construcción de conocimiento matemático desde la complejidad, es una reflexión teórica que se aborda para comprender la manera que tiene el docente de constituir conocimientos, tomando en cuenta el pensamiento de Ilya Prigogine y otros filósofos, que coadyuvan a mejorar de manera determinante el proceso enseñanza-aprendizaje. En este artículo se incluyen básicamente los vacíos teóricos y operativos que se presentan en el proceso de formación del estudiante en el área de matemática, y la forma que el docente debería utilizar las tecnologías de información y comunicación para potenciar sus estrategias didácticas y pedagógicas en función de construir el conocimiento adecuado a los nuevos tiempos, caracterizados por la complejidad. Esta complejidad se enmarca a través de dos componentes: es un sistema abierto, y está conformado por elementos individuales que interactúan para determinar el comportamiento del todo.

Palabras clave: Mediación tecnológica, construcción de conocimiento matemático, sistemas complejos.

Technological Mediation for Building Mathematical Knowledge from the Viewpoint of Complexity

Abstract

Technological mediation for constructing mathematical knowledge from the complex is a theoretical reflection made to understand the way that teachers establish knowledge, taking into account the thought of Ilya Prigogine and other philosophers who help to improve the teaching-learning process in a determining manner. This article includes, basically, theoretical and operational gaps that occur in the process of training students in the area of mathematics. It also deals with the way that teachers should use information and communication technologies to enhance their teaching and educational strategies to build knowledge appropriate for these new times, characterized by complexity. This complexity is framed by two components: it is an open system and is composed of individual elements that interact to determine the behavior of the whole.

Keywords: technological mediation, construction of mathematical knowledge, complex systems.

Introducción

El ser humano en su afán de comprender el entorno ha ido generando diversas posturas en la forma como adquiere el conocimiento, tratando de hacerlo más sencillo, pero sin perder la científicidad que lo caracteriza. Por lo que, en el devenir de la historia la educación del individuo, y más en el pensamiento matemático, se ha desarrollado mentalmente a partir de los avances tecnológicos que aprovecha el docente para perfeccionar su práctica educativa, en función de mejorar las estrategias didácticas y pedagógicas en el proceso enseñanza aprendizaje.

La tecnología ha puesto al servicio de la educación sus técnicas y métodos a fin de optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje y aunque inicialmente solo se concibió en un sentido artefactual, con un enfoque instrumentalista, al centrarla únicamente en los dispositivos utilizados con fines instructivos, hoy en día fundamentada en teorías contextualizadas dentro de la Psicología del Aprendizaje, le han permitido encontrar nuevos enfoques bajo una perspectiva cognitiva mediadora y crítica, hasta un enfoque más centrado en el análisis y diseño de medios y recursos de enseñanza que pasa no solo por la aplicación en los contenidos, sino también de reflexión y construcción del conocimiento.

El docente tiene la posibilidad de evolucionar en sus concepciones didácticas, pedagógicas y epistemológicas, al incorporar en el aula herramientas tecnológicas mediadoras, aprovechando los avances científicos en el logro de aprendizajes significativos de forma dinámica y flexible, para mejorar la percepción que el estudiante tiene de la matemática, según la cual es abstracta, aburrida y difícil de aprender, así como poco comprensible y aplicable en la cotidianidad; con el establecimiento de estrategias innovadoras y creativas en la que el discente interactúe consigo mismo, con compañeros y docente en la búsqueda de respuestas a situaciones sistemática e intencionadamente planteadas.

El presente artículo se plantea desde la perspectiva de la complejidad del diálogo experimental Prigoginiano, reflexiones acerca de la visualización del cálculo como un área del saber integrador e interdisciplinario, de allí su aplicabilidad en las distintas carreras universitarias; de modo que partiendo de su pensamiento filosófico fundamentado en la auto organización, la irreversibilidad y la adaptabilidad de los sistemas, se establecen argumentos que posibiliten la comprensión desde el punto de vista fenomenológico de la mediación tecnológica para lograr la generación de conocimientos matemáticos.

Desarrollo teórico

La construcción del conocimiento es un proceso que realiza el estudiante en su estructura cognitiva interna, en el que confluyen diversos factores tales como la intervención pedagógica del docente, las interrelaciones con el entorno sociocultural (Compañeros, escuela, comunidad) entre otros. En las concepciones constructivistas vigentes, Piaget (1964) ha planteado que el conocimiento no es una copia o imagen mental de la realidad, sino que se construye mediante la interacción entre el estudiante (sujeto) y el entorno (objeto).

De manera que es la participación activa del niño lo que lleva a la construcción y reconstrucción de estructuras intelectuales a partir de dos procesos complementarios y simultáneos como son la asimilación y acomodación de nuevos elementos a las estructuras previas de conocimiento, para atribuirles significado y lograr las modificaciones o reajustes que permitan construir nuevos esquemas.

García (2000) al respecto plantea, siguiendo los fundamentos de Piaget, que el conocimiento es un proceso de reorganizaciones sucesivas de las interacciones entre el sujeto que él llama “de conocimiento” y la parte de la realidad constituida por los objetos, (objeto de conocimiento), conformándose así las estructuras lógicas formales y matemáticas en un proceso de continuidad funcional hasta lograr el desarrollo de nociones, ideas, conceptualizaciones, teorizaciones (desde los niveles más rudimentarios hasta los más altos niveles de abstracción) sin que haya obviamente continuidad en los contenidos ni en la forma de organización.

Este proceso se desarrolla dentro de un contexto social, lo que da cabida a la interacción con el entorno y considerando este proceso de construcción como un sistema complejo, bajo la heterogeneidad de los elementos que lo constituyen con naturaleza y dominios diferentes de ciencia y tecnología, sino por la interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que ellos satisfacen dentro de una totalidad.

Bajo estas concepciones se otorga al estudiante la responsabilidad de la actividad de auto estructura de su propio aprendizaje, mediante aportaciones activas y bajo el condicionamiento de la presencia de un andamiaje sobre los cuales se sustenta el nuevo conocimiento. Por tanto, según Furth y Wachs (1974), Kamii y DeVries (1977), (Bang, 1981) citado por Bono (2002), la intervención pedagógica del docente está dirigida a crear un clima propicio para el aprendizaje, dándole la oportunidad de aprender a su propio ritmo, con el manejo de contenidos concretos.

En ese orden de ideas, según Coll (1990) citado por Barriga y Hernández (2001), el conocimiento se construye

mediante la participación activa del estudiante en la selección, organización y transformación de la información y en conocimientos previos elaborados como resultado de la interacción con el entorno. Por tanto, la función del profesor no se limita a crear condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva, sino que orienta y guía explícita y deliberadamente dicha actividad. De modo que focaliza al docente en su función mediadora, a través de desplegar actividades intencionadas, planificadas y sistemáticas que promuevan la adquisición de aprendizajes.

Basado en lo anterior es posible inferir, que es necesaria la función del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además ha de ir más allá de los postulados piagetianos y participar intencionadamente, de forma tal que oriente y promueva no solo la elaboración interna de conceptos en el estudiante, sino que pueda enriquecerse con la interacción con el entorno, en ese contacto sociocultural a fin de enriquecer la estructura cognitiva en el aula de clases en forma significativa.

Ahora bien, en cuanto a la construcción del conocimiento matemático, son diversos factores podrían estar incidiendo en las debilidades evidenciadas con respecto a esta área, sobre todo según Alanis (2009) las referidas a la forma como el estudiante está aprendiendo (aspectos cognitivos), como se está enseñando (aspectos didácticos) y como se concibe el saber matemático (epistemológico).

El método utilizado en la enseñanza de la matemática, está relacionado con el Modelo Tradicional, en el que el proceso se ha centrado en las estrategias propuestas por el docente, y el estudiante se desenvuelve como receptor pasivo de los contenidos. Gascón (2000), en su modelo epistemológico del Euclideanismo, en el que plantea dos enfoques, con los que concibe el papel del docente, el teoricista, según el cual el docente enseña matemáticas mostrando teorías cristalizadas (Teoremas, proposiciones), sin considerar que el estudiante tiene dificultades para utilizarlos adecuadamente en cada contexto, y el tecnicista en el que enseñar matemáticas está basado en utilizar algoritmos, con lo cual queda trivializada su aplicación en la resolución de ejercicios sin comprender ni escoger las técnicas adecuadas para construir una estrategia de resolución.

Desarrollo metodológico

Esta concepción clásica de la construcción de conocimientos matemáticos en particular, y del hecho educativo en general, definen al sistema educativo a lo que Ilya Prigogine ha descrito como reduccionista, determinista, ordenado, estable, previsible y reversible.

Este filósofo belga, realizó a partir de sus postulados referidos a la termodinámica del no equilibrio una visión denominada “Ciencias de la Complejidad”, en el que se plantea la necesidad de integrar las disciplinas que permitan relacionar la ciencia y la filosofía, en un diálogo profundo donde la ciencia sea vista como un fenómeno cultural en toda su complejidad. Prigogine no excluye las explicaciones aportadas por la mecánica clásica, pero considera que es necesaria una nueva alianza entre el hombre y la naturaleza, la cual se perdió en la modernidad al limitar la actividad espontánea de la naturaleza a cambios reversibles productos de la manipulación, el control y la predicción de los eventos puntuales de la realidad.

Al respecto, Mataix (2003) considera que entre otros aspectos hay dos muy puntuales, el primero es la interpretación de un tiempo irreversible, que denota la existencia de la flecha temporal que da a la historicidad un lugar relevante en la evolución y que está asociado con la entropía. Para este filósofo las leyes de la naturaleza no son absolutas, sino que evolucionan, a medida que las cosas se complican como consecuencia de las fluctuaciones del sistema.

Por otro lado, está el concepto fundamental de las estructuras disipativas, que Prigogine enunció en los sistemas alejados del equilibrio donde emergen órdenes nuevos, como resultado de la capacidad de auto organizarse con cierta autonomía, hasta llegar a la construcción de sistemas altamente coherentes y complejos. Al enfatizar el papel del azar y el caos en la creación de las estructuras, hace referencia a un universo donde los objetos están menos definidos que en la física clásica. Con ello, en lugar de evitar la no-linealidad y la complejidad, se dispone de sistemas más flexibles, rápidos y ricos, pues prometen comportamientos inesperados que presentan una amplia gama de posibilidades.

La concepción Prigoginiana abre las puertas para analizar desde un punto de vista diferente la relación del sujeto como hombre de ciencia y la naturaleza como objeto. Desde su perspectiva, la constitución de conocimientos debe estar ubicado en un “contexto natural históricamente determinado” (García, 2000), donde tanto el objeto como el sujeto cognitivo puedan ser partícipes de la construcción de nuevos conocimientos, desligándose de esta manera de la racionalidad cerrada donde solo está presente el hombre de ciencia. Incorpora al hombre universal haciéndolo partícipe de un diálogo que implica formular preguntas y escuchar posibles respuestas (Lombardi, 1998). Estos planteamientos constituyen los fundamentos epistemológicos y metodológicos de las ideas que aquí se presentan.

Se debe por tanto, repensar el quehacer educativo como parte de un sistema integrado y complejo, de forma

tal que fundamentado en el realismo epistemológico y el idealismo filosófico de Prigogine, en esa nueva pedagogía, no solo estarán inmersos docentes y estudiantes, en una relación de corresponsabilidad sino que se consideren los eventos, inestabilidades, fluctuaciones y rupturas de simetría que pueden presentarse en el proceso de enseñanza aprendizaje, implementando un diálogo entre sujeto y sujeto cognitivo (estudiantes) que posibilite la toma de decisiones, sin volver a la obediencia dócil de la autoridad.

Una forma diferente de intervención docente viene dado por la mediación tecnológica, en la cual el docente en su rol de “organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento” (Barriga, 2001), puede promover escenarios destinado al logro de aprendizaje a partir de estrategias educativas enriquecidas con las tecnologías de comunicación (TIC), en las que se puedan crear situaciones de aprendizaje que estimulen al máximo las potencialidades de los alumnos (Soto, 2004).

En este artículo se concibe incorporar la mediación tecnológica como un modelo en el que se utiliza la innovación y tecnología educativa como ciencia didáctica-pedagógica para la construcción de conocimiento matemático, mediante la utilización de herramientas tecnológicas mediadoras (Software educativos, Videos, foros, aulas virtuales, blogs, chat interactivos, páginas web, entre otros) como apoyo en el desarrollo de las potencialidades del estudiante para la resolución de problemas, la reflexión, indagación e investigación; participando de manera directa, en su proceso de aprendizaje y el docente actúa como un guía facilitador, consciente de las debilidades y promotor de una comunicación efectiva, con el diseño de estrategias que permitan abordar las temáticas, de acuerdo con los intereses de sus estudiantes, trabajar los contenidos al ritmo y estilo de aprendizaje, individual o grupal, y crear ambientes agradables que favorecen y facilitan el aprendizaje.

Resulta positivo pensar que al insertarse en un sistema abierto puede resultar provechoso para el docente y las herramientas tecnológicas utilizadas, ya que según Lara (2008) se debe “tener en todo momento despejado los canales de información con el entorno y asumir el conflicto que supone la aceptación de la diversidad, ya que en caso contrario, evolucionarán como los sistemas cerrados alcanzando su particular muerte térmica y marcándose como fin una degradación del fin original”. Por tanto, permeabilizar la frontera sistema-entorno llevará al sistema a una situación de inestabilidad, pero si el sistema tiene un diseño adecuado, lo conducirá a un nivel más evolucionado y complejo.

La implementación de herramientas tecnológicas en el aula de clases para la construcción de conocimiento mate-

mático, implica que se desarrolle en un aula abierta, de modo que al establecerse las interrelaciones con los distintos factores elementos, en el intercambio, pueda utilizarse para reorganizar con la participación de todos los involucrados. La entropía dimensiona y determina la evolución o la disipación de dicha estructura.

Ahora bien, según Lombardi (1998), el método científico Prigoginiano se describe como un diálogo experimental, que exige la interacción entre conceptos teóricos y observación empírica a través del lenguaje, para desarrollar una estrategia. Esto con una tesis previa que se verificará o rechazará sin imponer criterios del observador en ese intercambio Realidad-Principios-Postulados.

Por tanto, el modelo de Mediación Tecnológica podría concebirse en el constructivismo propuesto por García (2000), cuyo enfoque se encuentra dentro de la filosofía de Prigogine. De manera que al considerar el conocimiento como producto de “procesos constructivos cuya naturaleza debe ser objeto de investigaciones empíricas”, el modelo propuesto podría enmarcarse en esa relación sujeto-objeto, y procurar su construcción mediante el análisis de sus elementos didácticos, pedagógicos, psicológicos, tecnológicos y matemáticos en forma multi e interdisciplinaria, para establecer relaciones y explicaciones que servirán de base en las construcciones teóricas, que determinarán si la puesta en práctica de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza aprendizaje puede contribuir a la construcción del conocimiento matemático.

Consideraciones finales

La Mediación tecnológica desde la complejidad es el aporte fundamental de este artículo, ofreciendo la posibilidad de flexibilizar la organización del aula mediante la entropía constante en el sistema, dando cabida a una mayor libertad para que el estudiante pueda elegir las opciones que más le favorezcan de acuerdo a sus conocimientos previos, experiencias, motivaciones y estilo de aprendizaje; lo que sin duda generara cambios en el interés por formas diferentes de enseñar y aprender.

Por otro lado, la mediación bajo este enfoque complejo, según Maldonado (2012) dará cabida a la participación de estudiantes, docentes, escuela, padres, representantes, familia y comunidad, en la toma de decisiones sin protagonismos individuales, permitiendo al colectivo asumir la capacidad de auto organizarse para responder a las exigencias reales y dar respuesta a todas las situaciones que puedan presentarse mediante la utilización del dialogo experimental, el cual está sustentado en los fundamentos filosóficos de Prigogine y su metodología de trabajo, basada en

la simulación lo que da la posibilidad de reinventar y rehacer hasta lograr evolucionar.

Otro aspecto importante de la propuesta es la implementación de la innovación y la tecnología, con el fin de hacer uso de las múltiples ventajas que según Fernández R, (2007-2008) y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES 2002), ofrecen la posibilidad de modificar percepciones y competencias necesarias en cualquier carrera, y entre las cuales pueden mencionarse:

- Fortalecimiento de la inteligencia lógico matemática, espacial, lingüística y kinestésicas, en tanto que contribuye al desarrollo del pensamiento lógico, sistemático y analítico ya que la mayoría de las herramientas tecnológicas proporcionan el poder de razonar, cuestionar, innovar, modificar e investigar nuevas metodologías.
- La comunicación: El uso de un lenguaje técnico en muchas ocasiones propicia percepciones negativas en cuanto a la asignatura por lo que con la utilización de un entorno más agradable y dinámico el nivel de abstracción podrá ser más llamativo para el discente.
- No son indispensables las clases presenciales sino que un sólo profesor puede atender a varios grupos de alumnos, a través de circuitos cerrados y tener la posibilidad de preguntas y respuestas a través de los mismos medios.
- Se utilizan distintas formas de representar los conceptos, por lo que el estudiante tiene la oportunidad de analizar repetidamente un problema de la vida real y debido a la interactividad, existe la posibilidad de cambiarle variables; lo que nos lleva a realizar conjeturas e incorporar la experimentación. Esto puede ser útil para el entrenamiento y el aprendizaje de destrezas por parte de los alumnos.
- Propicia el aprendizaje reflexivo en la resolución de problemas. Al respecto Michael F. Young refiere experiencias en donde se analizan videos de hechos relacionados de la vida real, que se han complejizado en un videodisco interactivo, a partir del cual los alumnos reflexionan una serie de problemas y conceptos vinculados a esta disciplinas.
- Reduce el grado de abstracción de los conceptos, potenciando su asimilación y la participación activa y creativa de los estudiantes.
- Propicia la construcción de conceptos, por medio de la observación y el razonamiento.
- Potencia la autonomía y la creatividad, puesto que el estudiante tiene el poder de controlar mediante la participación activa, su propio ritmo de aprendizaje.

Algunos argumentos propuestos por López (2008) y Abrate (2005), también permiten inferir que el uso de herramientas tecnológicas en la construcción de conocimientos matemáticos potencian:

- La comprensión de conceptos matemáticos a través de la construcción de una representación mental del objeto matemático con la realidad, la cual será significativa en la medida en que pueda ser visualizada y manipulada. Kosslyn (1983) indica que el pensamiento visual tiene entre sus componentes la generación de representaciones mediante el procesamiento de imágenes, la cual se utiliza para modelar la innovación y la tecnología en problemas con el uso de ambientes interactivos computarizados (Mayer, 1992). Así se abre un camino a la compresión, visualización, interacción y retroalimentación al resolver problemas.
- Visualizar de manera efectiva y eficiente las representaciones: gráfica, numérica y simbólica de un gran número de conceptos matemáticos, hasta llegar de manera progresiva a la conceptualización de una definición abstracta, pasando por actividades que permitan la exploración y prueba de conjeturas con estos conceptos.
- Con la disponibilidad de la tecnología (calculadoras gráficas, equipo de registro de datos, computadores, sistemas algebraicos computacionales), existe la oportunidad para liberar a los estudiantes de la monotonía de la manipulación algebraica y el cálculo numérico y apoyar el aprendizaje de las ideas fundamentales (Berry y Nyman, 2003).
- Visualización de diferentes representaciones a través de las calculadoras gráficas, o bien, más fácilmente a través de los ordenadores.
- Mejora en los estudiantes la retención de la información debido a que emplean los diferentes sistemas de representación, con la integración del color, el sonido, la imagen, el texto en el proceso de aprendizaje.
- Facilita el acceso y búsqueda de información, potenciando la investigación. Los estudiantes deben ser capaces de planificar la recuperación, procesamiento, registro, presentación y evaluación de información.
- Posibilita el desarrollo de habilidades de resolución de problemas, toma de decisiones, evaluación, aprendizaje colaborativo e interacción permanente entre estudiantes y docentes promoviendo la comunicación efectiva.
- Los objetos virtuales que se presentan ayudan a los estudiantes a comprender el proceso de matematización de situaciones reales a partir de la investigación de los objetos del entorno, del pensamiento matemático.

- Desarrolla la abstracción, el pensamiento lógico conceptual y la generalización de modo que sobre la base de los conceptos matemáticos, categorías, principios y leyes, puede realizar representaciones simbólicas de la realidad. Con relación a estas herramientas, Balacheff y Kaput citados por Abrate y Pochulu (2005), señalan que el mayor impacto en la enseñanza aprendizaje está en su carácter epistemológico, ya que los objetos virtuales se manipulan y generan una sensación de existencia, con la posibilidad de introducir cambios y comprobar los objetos conceptuales.

A modo de conclusión puede decirse que en virtud de que las nuevas propuestas educativas buscan desarrollar en el estudiante la capacidad de observación, el razonamiento lógico, las habilidades de pensamiento, simbólico, actitudes y valores para la explicación y aplicación de los métodos particulares utilizados por las ciencias, el desarrollo humano, y el uso adecuado de los recursos informáticos, es razonable adoptar opciones innovadoras que al utilizarlo con la debida orientación y planificación pueda propiciar en el discente un aprendizaje significativo y la adquisición de competencias referidas a la matemática.

Referencias

- ABRATE, R.; POCHULU, M. (2005). Software Educativo en la enseñanza y aprendizaje de la Matemática: Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Disponible en la web: WWW.Cibereduca.com.
- ANUIES (2002). Desarrollo de Competencias en Entornos Educativos a Distancia. Disponible en la web: <http://www.ANUIES.mx>.
- BONO, H. El enfoque constructivista de Piaget. Capítulo 5. Universidad John F. Kennedy. Argentina. Disponible en: <https://www.kennedy.edu.ar/DocsDep18/Corrientes%20Psicol%C3%B3gicas%20II/Enfoque%20constructivista%20de%20Piaget.pdf>
- DÍAZ Barriga, Arceo Frida (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Editorial McGraw-Hill. Cana Editores, S.A de C.V. México.
- FERNÁNDEZ, R. (2007). La virtualización en la universalización de la enseñanza. Disponible en: <http://www.jotmi.org>.
- FERNÁNDEZ, R.; CARBALLOS, E.; DELAVAUT, M. (2008). Un modelo de autoaprendizaje con integración de las tics y los métodos de gestión del conocimiento. Ried Revista Iberoamericana de educación a distancia. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/141704.pdf>.
- GARCÍA, R. (2000). Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Editorial Gedisa. España. Disponible: <http://www.pensamientocomplejo.com.ar/docs/files/Garcia,%20Rolando%20-%20Sistemas%20Complejos.pdf>.

- GARCÍA, R. (2004). El conocimiento en construcción. Capítulo 4.0 Marco Teórico. Disponible en: labcomplex.ceiich.unam.mx/tesis/TC44_Garcia.pdf.
- GASCÓN, J. (2001). Incidencia del Modelo Epistemológico de las Matemáticas sobre las Prácticas Docentes. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Disponible en: http://www.cimeac.com/images/documento_inide.pdf.
- LARA, R. (2008). Efectos termodinámicos en el diseño de materiales multimedia. Ried. *Revista Iberoamericana de Educación a distancia*. Universidad Nacional de Catamarca (Argentina). Disponible: <http://ried.utpl.edu.ec/images/pdfs/volumen11N2/revista%20ried%202011-2.pdf>.
- LOMBARDI, O. (1998). Prigogine: Ciencia y Realidad. *Critica: Revista Filosófica*. Universidad de Buenos Aires. Disponible: <http://www.jstor.org/discover/10.2307/40104477?uid=3739296&uid=2129&uid=2&uid=70&uid=4&sid=21104154157441>.
- LÓPEZ, R. (2008). Nuevas tecnologías en la enseñanza aprendizaje del cálculo: una aproximación al estado de la cuestión. Disponible: *TFM_Rubi-1*.
- MALDONADO, Carlos E. (2012). Video: Un Escenario Real de la No Linealidad. Universidad Pedagógica Nacional. Colombia.
- MATAIX, C. (2003). Ilya Prigogine: Tan sólo una Ilusión A Parte Rei. *Revista Filosófica*. Universidad Complutense. Disponible en: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/mataix.pdf>.
- SALINAS, P.; ALANIS, Juan A. (2009). Hacia un nuevo paradigma en la Enseñanza de Cálculo dentro de una institución educativa. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. México. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S16654362009000300004&script=sci_arttext.
- SOTO, M. (2004). Propuesta de aplicación de un modelo de Gestión del conocimiento para las entidades del CITMA. La Habana: Dirección de Tecnologías de Información y Gestión del Conocimiento (TIGEC).
- PIAGET, J. (1964). Desarrollo y Aprendizaje, Conferencia pronunciada en la Universidad de Cornell.
- YOUNG, M. (1995). Tecnología interactiva para la enseñanza. Cuadernos de comunicación y prácticas sociales: "Nuevos medios, viejos aprendizajes. Las Nuevas tecnologías en educación", No. 7. Universidad Iberoamericana. México.