

EXPLORANDO LA DIMENSIÓN AFECTIVA ENTRE EL ESTUDIANTE Y EL CONOCIMIENTO MATEMÁTICO MEDIADO POR LAS TIC

Ernesto Fernández Tovar ernestojavi@hotmail.com
Magda Bercht bercht@inf.ufrgs.br

UFRGS / PPGIE

Resumen:

Este artículo explora la relación afectiva que surge entre el sujeto (estudiante) y el objeto de conocimiento matemático mediado por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), se hace un análisis epistemológico sobre el impacto que tiene el uso de la geometría dinámica en la manera de pensar, hacer y sentir el conocimiento matemático usando herramientas digitales como el GeoGebra. La exploración revisa los avances en el estudio de las emociones durante el aprendizaje de las matemáticas y el concepto de "Engajamento" como un impulso consciente que se genera a partir de las relaciones afectivas con el conocimiento, estimuladas por sensaciones y emociones que surgen en la interacción con objetos geométricos digitales. Finalmente las preguntas que emergen buscan posibilitar el inicio de un estudio sobre "cómo se siente el conocimiento". Para lo cual se propone el constructo "*Afecto Cognitivo*" planteando una hipótesis que debe definir este concepto y la manera como los estímulos y las emociones lo generan.

Palabras claves: Engajamento, Afecto, Matemática, GeoGebra. Herramientas digitales, Geometría dinámica.

EXPLORING THE EMOTIONAL DIMENSION BETWEEN STUDENT AND MATHEMATICAL KNOWLEDGE MEDIATED BY ICT

Abstract:

This article explores the emotional relationship that arises between the subject (student) and the object of mathematical knowledge mediated by Information Technology and Communication (ICT), It presents an epistemological analysis of the impact of the use of dynamic geometry in thinking, doing and feeling mathematical knowledge using digital tools including GeoGebra. Exploring reviews progress in the study of the emotional dimension in learning of mathematics and the concept of "Engajamento" as a conscious impulse that is generated from emotional relationships with mathematical language, stimulated by feelings and emotions that emerge in interaction with geometric objects using digital tools. Finally the questions that emerge seeks to enable the start of a study on "how he feels knowledge." For which it will be used the construct "Cognitive Affection" raising a hypothesis that should define this concept and how stimuli and emotions generated will be used.

Keywords: Engajamento, Affect, Mathematics, GeoGebra, Digital tools, Dynamic geometry.

1. Introdução.

Desde los textos cuneiformes de la Mesopotamia y la invención del ábaco en china, el ser humano construye conocimiento matemática hace más de 5.000 años. Según Ruiz (2003) la aparición de la civilización griega, representó un salto cualitativo en la medida que se profundiza en la búsqueda de explicaciones naturalistas de la realidad, según este autor el mayor aporte a las matemáticas de la antigua Grecia se desarrolló en la astronomía, con énfasis en la geometría a lo que el autor llama astro geometría. Esto debido a sus métodos y motivaciones, también a la influencia de las visiones del universo y la realidad que la condicionaron. Sin embargo el papel trascendental de filósofos como Sócrates, Platón y Aristóteles entre otros dio origen a las bases de la matemática moderna y encuadran el conocimiento matemático como un lenguaje que permite la interpretación del mundo y su naturaleza. En este sentido el racionalismo de las matemáticas, expresado en la consistencia lógica de sus resultados, en su lenguaje formal y universal subordina el conocimiento matemático a las dimensiones del pensar y del hacer, ya sea como un cuerpo único de conocimientos o como un producto del pensamiento humano, Martínez (1996).

Desde otra óptica Richard Phillips Feynman (1965) afirma que *“Para aquellos que no conocen las matemáticas, es difícil sentir la belleza, la profunda belleza de la naturaleza... Si quieres aprender sobre la naturaleza, es necesario aprender el lenguaje en el que habla”*. Feynman permea el rígido andamiaje de la matemática clásica con una categoría que incluye concepciones emocionales o afectivas. El “sentir la belleza” de la naturaleza a través del lenguaje matemático explora una dimensión sensible que ha sido subvalorada en el estudio epistemológico de la enseñanza de las matemáticas.

Investigaciones realizadas por Gómez (2002) revelan la relación cíclica que se establece entre afectos, emociones, actitudes, creencias y aprendizaje. Para este autor la relación cíclica sucede durante la experiencia que vive el estudiante al aprender matemáticas, con consecuencias directas en su comportamiento en situaciones de aprendizaje y en su capacidad para aprender.

En este artículo se explora la relación afectiva que surge entre el sujeto (alumno) y el objeto de conocimiento matemático mediado por las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), se hace un análisis epistemológico sobre el impacto que tiene el uso de la geometría dinámica en la manera de pensar, hacer y sentir el conocimiento matemático usando herramientas digitales como el GeoGebra.

Al final las preguntas que se generan al analizar transversalmente las teorías estudiadas en la exploración, buscan posibilitar el inicio de un estudio sobre “cómo se siente el conocimiento”. Para lo cual se propone el constructo “*Afecto Cognitivo*” planteando una hipótesis que será objeto de próximas investigaciones y que debe definir este concepto y la manera como los estímulos y las emociones lo generan.

2. Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en la enseñanza de las Matemáticas.

En la teoría social, histórica y cultural de Lev Vygotsky citada por León De Vioria (1997), El hombre es constructor y al mismo tiempo construcción de la realidad donde se desarrolla, lo que implica que al transformar la naturaleza, el hombre también es transformado por ella. Esa interacción con la naturaleza denominada por Marx como “trabajo” le exigió al hombre extender sus capacidades físicas y mentales mediante la construcción de instrumentos y signos que funcionan como mediadores de su acción transformadora. Desde la invención de la rueda hasta la construcción de supercomputadoras provistas de inteligencia artificial, la teoría de Vygotsky encarna el poder de transformación humano que también está presente en las escuelas. En este sentido la innovación educativa entendida como un proceso multidimensional que va de lo pedagógico a lo didáctico instrumental, transforma la relación del docente con el estudiante y del estudiante con el conocimiento.

Una de las diversas formas de innovación educativa considera útil la incorporación de Tecnologías de la Información y Comunicación en el aula de clase, con ella el uso de software en el contexto educativo lo convierte en un instrumento de transformación de las interacciones que surgen entre el maestro, el estudiante y el conocimiento; para Tovar (2011) la forma como nos comunicamos en la escuela ha evolucionado, los medios gráficos, audiovisuales y las tecnologías de la información y comunicación han hecho posibles nuevos contextos digitales para que circulen los saberes. Hoy “lo educativo” de un software no dependa de su concepción original sino de la adaptabilidad pedagógica y didáctica que sufre cualquier fragmento de código digital para ser usado en el contexto educativo.

En el campo de la enseñanza de las matemáticas, Cuevas (2000) citado por Pizarro (2009) afirma que la integración tecnológica en el aula de clase se debe pensar desde las siguientes perspectivas:

- *La computadora como una herramienta capaz de generar matemática:*

Gracias a la poderosa capacidad computacional de los ordenadores, su uso en el cálculo de soluciones a problemas complejos de la matemática se hace cada vez más útil ya que proporciona métodos de solución que superan las capacidades del cerebro humano en velocidad y precisión, según el autor esto afecta la enseñanza de las matemáticas y modifica la forma de investigar en matemáticas. Pizarro (2000) menciona ejemplos como el teorema de los Cuatro Colores, demostrado por Appel y Hankel en 1976 o el E8 demostrado entre otros por Adams en 2007.

- *La computadora como una herramienta de propósito general en la labor cotidiana del docente y/o alumno.* La presencia de computadores de escritorio, portátiles, tabletas o dispositivos móviles en las aulas de clase ya es algo cotidiano, existe gran cantidad de aplicativos diseñadas para apoyar tareas relacionadas con la aritmética, el cálculo, la contabilidad y la estadística, Pizarro (2000) afirma que en esta categoría se encuentran herramientas de gran utilidad para la realización de cálculos y visualización de gráficos entre otros menciona el Mathematica, MatLab y Octave.

• *La computadora como una herramienta que nos permite la creación de ambientes de aprendizaje inteligentes:* En esta perspectiva la computadora se convierte en un medio para acceder a ambientes de aprendizaje inmersivos con un lenguaje de programación diseñado de forma didáctica para aprender matemáticas, por ejemplo según Pizarro (2000) quien cita a Papert (1987) indica que el aprendizaje de su lenguaje LOGO facilita el aprendizaje de conceptos matemáticos. Existen varias herramientas digitales que entran en esta categoría sin embargo para este artículo es de especial interés mostrar la dimensión sensible de la relación entre el sujeto (alumno) y el objeto de conocimiento al interactuar con el software GeoGebra.

3. El GeoGebra y la Geometría dinámica.

Con la evolución de las interfaces graficas de las últimas décadas, los programas educativos de geometría han encontrado los medios tecnológicos para hacer de la representación gráfica y la simulación, una de sus herramientas más atractivas en los entornos virtuales para la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas, utilizando una forma “no estática”, a diferencia del tablero físico en las aulas de clase, las pantallas de computador permiten por ejemplo simular el desplazamiento de un punto a lo largo de una línea recta, visualizar el concepto de lugar geométrico de forma interactiva, además de poder construir y analizar las características de objetos sólidos usando las tres dimensiones en el espacio. Estas características de la interacción entre los estudiantes y el conocimiento matemático asistido por el computador definen lo que es la geometría dinámica, una geometría “viva” que facilita las posibilidades pedagógicas y didácticas para acercar a los alumnos al conocimiento de una manera lúdica e interactiva.

En la actualidad existen varias programas diseñados para la enseñanza y el aprendizaje de la geometría dinámica, entre los más reconocidos están el Cabri 3D¹, este es un programa de pago por lo que su uso depende de la compra de una licencia. Por otra parte encontramos el GeoGebra² de distribución gratuita, según Gonzalez (2013) GeoGebra es el resultado de una tesis de máster de Markus Hohenwarter en la Universidad de Salzburgo publicada en el 2002.

En su concepción este programa combina elementos de la geometría dinámica con sistemas de álgebra computacional, con una interface intuitiva que facilita la enseñanza y el aprendizaje de conceptos geométricos y algebraicos mediante la representación gráfica en 2 y 3 dimensiones, usando la simulación dinámica con desplazamientos de puntos, rectas y objetos en los planos. Su uso en plataformas educativas se ha masificado gracias a la implementación de Applets Java compatibles con plataformas educativas como Moodle, donde los estudiantes ponen a prueba sus conocimientos previos y profundizan mediante la representación de conceptos matemáticos.

¹ <http://www.cabri.com/download-cabri-3d.html> sitio web oficial para descargar una versión de prueba o comprar la versión completa de Cabri 3D.

² <http://www.geogebra.org/> Sitio Web donde se puede descargar de forma gratuita la versión completa de GeoGebra que también integra Geogebra 3D.

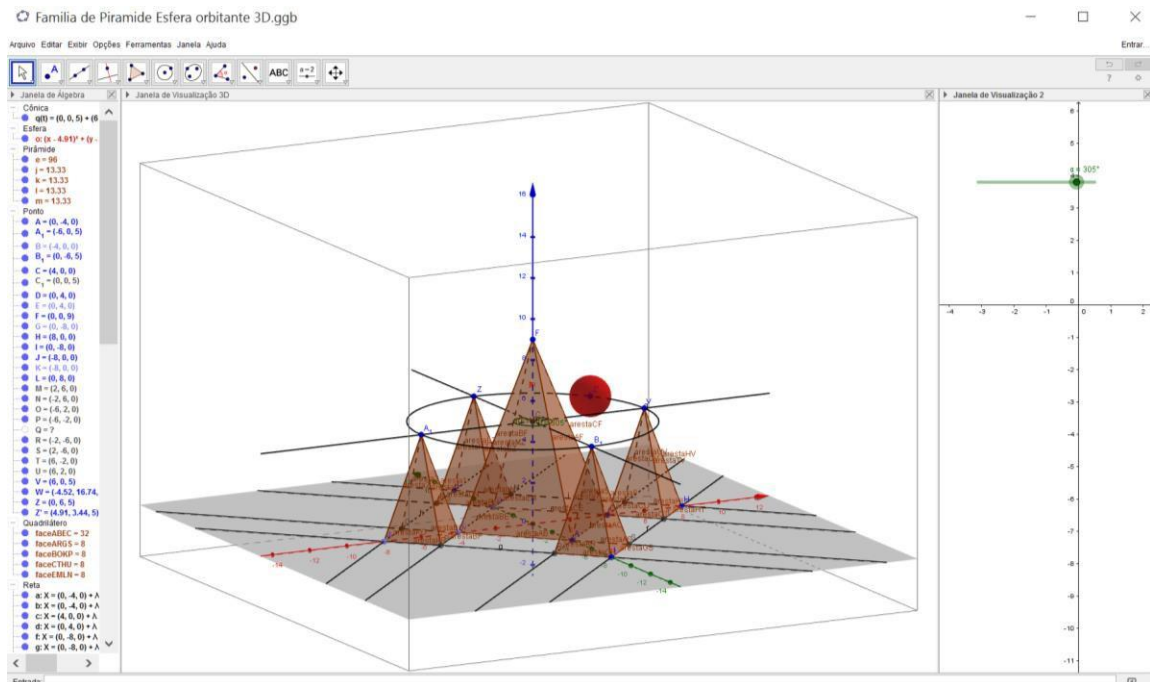


Figura 1: Interface de GeoGebra.
Fonte: Elaboração própria.

Según Gonzalez (2013) el uso del GeoGebra en ambientes educativos fomenta la autonomía de los estudiantes y exige al profesor modificar su papel para convertirse en un guía o acompañante del alumno. Las potencialidades de la geometría dinámica eliminan la necesidad de intentar comprender de forma abstracta y teórica conceptos que ahora toman vida en la pantalla del computador, experimentando sobre casos concretos donde puede manipular las matemáticas de una forma más directa, según este autor la implementación del GeoGebra renueva el interés de los estudiantes por las matemáticas y mejora su rendimiento académico ya que proporciona las condiciones emocionales para que el conocimiento matemático sea atractivo.

Como herramienta didáctica, la geometría dinámica modifica la manera de “hacer” matemática, en la medida que coloca en las manos de los estudiantes instrumentos digitales (GeoGebra) para interactuar con las transformaciones geométricas en tiempo real, observando los efectos de su trabajo con las propiedades geométricas en una realidad que aunque es simulada, recrea de manera natural el comportamiento de los elementos geométricos en el espacio bidimensional y tridimensional.

Como herramienta pedagógica al pasar de la imagen estática en el tablero al espacio multidimensional de la pantalla del computador, la geometría dinámica altera la manera de “pensar” las matemáticas en la medida que abre un nuevo mundo de relaciones entre el estudiante y los conceptos abstractos de la geometría, ese nuevo mundo de relaciones que se crea en la geometría dinámica toca la dimensión afectiva del estudiante cuando le permite experimentar emociones producto del nivel de comprensión al que se puede llegar con el uso de la herramienta digital.

Son pocas las investigaciones que abordan directamente la dimensión afectiva en la enseñanza del conocimiento matemático mediado por herramientas tecnológicas. Para Tarouco, et al (2014) los recursos lúdicos en ambientes digitales permiten acercar a los estudiantes al conocimiento matemático no por obligación sino por voluntad propia, la

autora afirma que lo lúdico contribuye para motivar a los estudiantes a investigar, buscar y construir el conocimiento matemático, de esa forma el alumno se identifica y se envuelve emocionalmente, propiciando un aprendizaje significativo en una área como la matemática donde por lo general los estudiantes encuentran dificultades.

En los procesos de enseñanza aprendizaje tradicionales se ha avanzado en investigaciones como la de Gómez (2002), quién desarrolló una propuesta de integración de la perspectiva afectiva y cognitiva en las situaciones de enseñanza y aprendizaje de matemáticas, también propone instrumentos y un modelo de análisis para el estudio de la interacción entre la cognición y el afecto en el aprendizaje matemático.

Para Gómez (2000) la vida emocional constituye un ámbito que incluye un determinado conjunto de habilidades que puede dominarse con mayor o menor pericia. Este autor propone que el grado de dominio que alcance una persona sobre las habilidades emocionales resulta decisivo para determinar el motivo por el cual ciertos individuos prosperan (en el ámbito de la matemática). En sus investigaciones Gómez (2000) concluye que la competencia emocional constituye una meta habilidad que determina el grado de destreza en el dominio de todas nuestras facultades (entre las cuales se incluye el intelecto puro).

Este artículo pretende avanzar en la construcción de interrogantes que den inicio al estudio de la dimensión afectiva entre el estudiante y el conocimiento matemático mediado por herramientas digitales, partiendo de que el hacer, el pensar y el sentir configuran una triada indisociable para el aprendizaje significativo del estudiante, Ausubel (2002).

4. En busca de una herramienta digital para ¿sentir el conocimiento matemático?

Rabardel, et al (2005), citado por Alqahtani, et al (2015), en su teoría de la actividad mediada por instrumentos, genera múltiples modelos para explicar el papel mediador del artefacto y el desarrollo instrumental. El carácter racionalista de esta teoría muestra que el sujeto (estudiante) ejerce una actividad donde las acciones (aprendizaje) se llevan a cabo alrededor de un objeto (Conocimiento Matemático) para lograr un objetivo usando un artefacto (GeoGebra). Según el autor el artefacto gana el *status* de instrumento en la medida en que el sujeto desarrolla esquemas de utilización. Los esquemas de utilización pasan a hacer parte del conocimiento (El Pensar) de los individuos y permiten que ellos utilicen los artefactos de forma eficaz (El Hacer). Pero, ¿y El Sentir?, ¿Es posible separar el sentir, del hacer y del pensar?. La tradición racionalista que caracteriza la enseñanza de las matemáticas subvalora la dimensión afectiva del sujeto, Stavrou (2014) afirma que la corporeidad del ser humano se expresa mediante tres áreas: la socio-afectiva (el sentir), la cognitiva o reflexiva (el pensar) y la motriz (el hacer). El autor afirma que estas dimensiones, el sentir, el pensar y el hacer se manifiestan siempre como una unidad. Es imposible separarlas; son alimentadas, desarrolladas y maduras desde la gestación, por factores filogenéticos (hereditarios, internos) y por factores ontogenéticos (culturales, externos).

Al analizar transversalmente la teoría de Rabardel (2005), los avances de Gómez (2002), la reflexión psicológica de Stavrou (2014) y los planteamientos sobre el aprendizaje significativo de Ausubel (2002), emergen algunas preguntas que van a direccionar próximas investigaciones; ¿Cómo se siente el conocimiento?, ¿Cuál es el impacto

afectivo que se genera en el estudiante cuando aborda el conocimiento matemático a partir de la interacción con la geometría dinámica?. Paas (1993) citado por Aguilar, et al (2011) plantea que la motivación que el estudiante alcanza para realizar una tarea sin que para esto necesite ser recompensado externamente se denomina “Engajamento”. Tapia (2005) plantea que los alumnos no aprenden porque no estén motivados, sino que no están motivados porque no aprenden, impidiendo la experiencia satisfactoria de sentir que se progresa. En este sentido para hacer una intervención positiva entre el sujeto y el objeto de aprendizaje es necesario comprender que sucede en la dimensión sensible del estudiante cuando se acerca al conocimiento matemático utilizando las tecnologías, de esta forma se podrá hacer un acercamiento para interpretar "El Sentir" como una relación presente y consciente entre el ser humano y el conocimiento.

Piaget (2005) citado por Behar (2013) reconoce la afectividad como la fuente de energía, como el motor que moviliza las estructuras de la inteligencia, para este autor no existe un estado puramente cognitivo y tampoco existe un estado puramente afectivo, este carácter indisociable de lo cognitivo y lo afectivo plantea que pensar lo cognitivo al estilo de Rabardel, et al (2005) de forma aislada de lo afectivo, desdibuja la relación del sujeto (alumno) y objeto (conocimiento). Para Damasio (1999) toda emoción genera un sentimiento, lo que ínsita la necesidad de explorar el flujo de emociones que experimenta el sujeto antes, durante y después de acercarse al conocimiento matemático usando herramientas digitales como las que ofrecen la interacción con la geometría dinámica. En su obra Damasio nos permite atrevernos a “conocer como sentimos”, las preguntas que se generan en esta exploración de la dimensión afectiva entre el estudiante y el conocimiento matemático, esperan posibilitar el inicio de un estudio sobre “cómo se siente el conocimiento”. Para lo cual se propone el constructo “*Afecto Cognitivo*” definido como un conjunto de estímulos, emociones y sentimientos que se generan en la relación bidireccional del sujeto (estudiante) y el objeto conocimiento; antes, durante y después del momento de enseñanza aprendizaje.

Para Piaget (1975), citado por Calzetta (2004) la evolución afectiva del niño obedece a las mismas leyes que gobiernan a los procesos cognoscitivos. Para el autor cuando la función semiótica permite el acceso a la representación, el objeto afectivo permanece presente, aún en ausencia física. Para Piaget esto “entraña la formación de nuevos afectos, bajo la forma de simpatías o antipatías duraderas, en lo que tiene que ver con los otros, y una consciente valoración duradera de sí, en lo que se refiere al Yo” (Piaget, 1997, p.50). Es así como en la hipótesis propuesta en este artículo se plantea que cuando el estímulo que genera las emociones es solo externo como por ejemplo una calificación, la obtención de un título u otra recompensa, el *afecto cognitivo* es superficial, no duradero. En cambio, cuando las emociones que generan el *afecto cognitivo* son producto de estímulos internos como el deseo de superación personal, la ilusión de la movilidad social, el espíritu creativo de la investigación, el engajamento con un objeto virtual de aprendizaje, entonces el *afecto cognitivo* será profundo y permanente.

Si realmente existe una relación directa entre motivación, afecto y engajamento, el abordaje metodológico que se emplee en la demostración de la hipótesis propuesta debe seguir la orientación de Bloom (2002) citado por Aguilar, et al (2012) quien plantea que para evaluar el “engajamento” se debe medir la concentración, la tomada de decisiones, el autocontrol, la satisfacción y el éxito en el logro de los objetivos. Finalmente las preguntas que emergieron en esta exploración teórica deben ser abordadas en estudios posteriores, para esto se necesita validar instrumentos que permitan definir cómo es la

relación afectiva de los estudiantes con el conocimiento y que efecto causa la tecnología sobre la manera como se siente el conocimiento matemático.

Referencias

AGUIAR, E; TAROUCO, L. **A construção do conhecimento matemático com engajamento e aprimoramento de habilidades cognitivas apoiada por um agente conversacional**. RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, v. 10, n. 2, p. 21-35, 2011.

AUSUBEL, D. P. (2002). **Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva**. Ed. Paidós. Barcelona.

BEHAR, Patrícia Alejandra (Org.). **Competências em Educação a Distância**. Porto Alegre: Penso, 2013.

BLOM, J. **Psychological Implications of Personalised User Interface**. Doctor of Philosophy. Universidade de York, Inglaterra, 2002.

CALZETTA, J. **Relaciones afectivas y aprendizaje escolar**. Dpto de Publicaciones (2004). Disponível em: <http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/obligatorias/054_ninez2/material/relaciones_afectivas.pdf> Acesso em: 12 Mai. 2016.

DAMASIO, A. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo SP Brasil: Cia. Das Letras, 1995.

ERNEST P. **The philosophy of mathematics and the didactics of mathematics**. En R. Biehler et al. (editores): *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, pp. 335-349. Kluwer, Dordrecht, 1994.

Feynman, R. **The Character of Physical Law**, (1965), Ch. 2

GOMEZ, C. **Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático**. Narcea, Madrid. (2000).

GÓMEZ C. **Afecto y aprendizaje matemático: causas y consecuencias de la interacción emocional**. (2002): 197-227. Disponível em: <<http://literoltura.es/sites/default/files/Actividades%20emociones%20matem%C3%A1ticas.pdf>>

GONZÁLEZ, R. **El uso de las applets de GeoGebra en Educación Primaria**. 2013. Disponível em: <<http://bucserver01.unican.es/xmlui/handle/10902/2887>> Acesso em: 10 Nov. 2015.

LEÓN DE VILORIA, C. **Lev Vygotsky: sus aportes para el siglo XXI**. Publicaciones UCAB, Caracas, 1997.

- MARQUÈS, P. **El software educativo. Universidad Autónoma de Barcelona.** 1996
Disponível em: <http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software/> Acesso em: 10 oct. 2015.
- MARTÍNEZ, P. **Creencias y concepciones de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje.** Uno: Revista de didáctica de las matemáticas 8 (1996): 103-112.
- PAAS, F.G.W.C., & VAN MERRIËNBOER, J. J. G. **An instructional design model for the training of complex cognitive skills.** Tijdschrift voor Onderwijsresearch, (1993). p17,p.1727.
- PIAGET, J. **Psicología del niño**, Esquema, Buenos Aires, 1975.
- PIAGET, J. **Psicología del niño.** Vol. 369. Ediciones Morata, 1997, p.50.
- PIAGET, J. **Inteligencia y afectividad.** Buenos Aires: Aique, 2005.
- PIZARRO, Rubén A. **Las TICs en la enseñanza de las matemáticas.** 2009. Tese de Doutorado. UNLP. Facultad de Informática.
- ALQAHTANI, Muteb M.; POWELL, Arthur B. **Desenvolvimento Instrumental do Raciocínio dos Professores em Geometria Dinâmica (Tradução).** Revista Eletrônica de Educação, v. 9, n. 1, p. 318-327, 2015.
- RABARDEL, P., & BEGUIN, P. **Instrument mediated activity: from subject development to anthropocentric design.** Theoretical Issues in Ergonomics Science, (2005). 6(5), 429-461.
- RUIZ, A. **Historia y filosofía de las matemáticas.** San José: EUNED, 2003.
- STAVROU M. **Sentir, pensar y hacer**, Revista ciudadanía nueva, Buenos Aires, 2014.
Disponível em: <<http://www.ciudadnueva.org.ar/areas-tematicas/deportes/sentir-pensar-y-hacer>> Acesso em: Nov. 10 de 2015.
- TAPIA, J. **Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos.** En. **La orientación escolar en centros educativos.** Ministerio de Educación y Ciencia. MEC: Madrid; 2005. p.209- 242.
- TOVAR, E. **Identificación de los Efectos que Causa el Uso del Hipertexto en el Desarrollo de Competencias Interpretativas, Argumentativas y Propositivas de los Estudiantes del Grado 6° en el área de Lengua Castellana-Edición Única.** (2011).
Disponível em: <<https://repositorio.itesm.mx/ortec/handle/11285/571535>> Acesso em: Mai. 10 de 2016