

Matemáticas apoyadas con iPad™ (iPad™ supported Mathematics)

GODOY, Joaquín*†, SAUCEDO, René, OCHOA, Alfonso y CHAVEZ, Brenda

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Laboratorio de Experimentación e Investigación Matemática, Av. Universidad Tecnológica No. 3051, 32695 Cd. Juárez Chihuahua, México.

Recibido Enero 21, 2016; Aceptado Marzo 29, 2016

Resumen

Todo momento histórico se identifica por la relevancia de sus hechos, el nuestro sin lugar a dudas será reconocido por el avasallante uso de la tecnología versátil e interactiva donde las nuevas generaciones inmersas en este fenómeno han invertido mucho de su tiempo para desarrollar habilidades por demás sorprendentes; en ese orden de ideas en este trabajo, proponemos llevar al salón de clases de matemáticas tecnología de punta como el iPad™ y aprovecharlo como un apoyo didáctico e investigar su impacto en el proceso enseñanza-aprendizaje concretamente para las carreras de ingeniería en Nanotecnología y/o Mantenimiento Industrial de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez en Cd. Juárez Chihuahua, México, como una aportación para resolver un problema recurrente en matemáticas que es el bajo rendimiento académico y la marcada falta de interés por la asignatura aprovechando la popularidad de la tecnología versátil entre los alumnos y las habilidades de uso que han desarrollado.

Matemáticas con iPad, Matemáticas con Tecnología Versátil Interactiva, Matemáticas para la ingeniería con tecnología.

Abstract

Every breaking point in history is identified by the relevance of its events. Ours without a doubt, will be remembered for the appalling use of versatile and interactive technology among new generations, which immersed in this phenomenon have invested great amounts of time to develop surprising skills. With these ideas in mind, given its popularity among students and the skills they have developed, we propose taking state of the art technology such as the iPad to the Math classroom, using it as a didactic aid, as well as investigating its impact in the teaching-learning process, specifically for the careers of Maintenance and Nanotechnology Engineering at Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, in Ciudad Juárez Chihuahua, Mexico, as a resource to solve a recurring issue in math class: low academic performance and noticeable lack of interest in the subject.

Mathematics with iPad, Mathematics with versatile and interactive technology. Math for engineering with technologies

Citación: GODOY, Joaquín, SAUCEDO, René, OCHOA, Alfonso y CHAVEZ, Brenda. Matemáticas apoyadas con iPad™ (iPad™ supported Mathematics). Revista de Negocios & PyMes. 2016, 2-3: 64-72

* Correspondencia al autor (Correo electrónico joaquin_godoy@utcj.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

En general las habilidades desarrolladas en el uso de la Tecnología Versátil e Interactiva (TVI) se han centrado en actividades recreativas y de comunicación en las redes sociales, por lo que el empleo de las TVI's se reducen limitando sorprendentemente el enorme potencial de este tipo de tecnologías; lógicamente el sector educativo no se ha visto favorecido por los usuarios de las TVI aunque un gran porcentaje sean jóvenes y adolescentes, pero ellos por lo general mantienen sus equipos personales alejados de las actividades escolares. Desde nuestra perspectiva aprovechar esas cualidades de los alumnos para el uso de la tecnología en lo académico y principalmente en matemáticas sería un gran acierto, aunque debemos reconocer que quizá su éxito radica en el hecho de que no ha sido diseñada para un uso escolar.

Desarrollo

Hacer mención de la TVI es adentrarse en un campo muy amplio y muy variado tanto en usos como en formas, por lo que hemos centrado nuestra atención exclusivamente en el uso del iPad™ de Apple como un auxiliar didáctico para el desarrollo de las asignaturas de matemáticas en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez (UTCJ) y como un caso inicial en las carreras de ingeniería en Nanotecnología o Mantenimiento Industrial -aunque no privativa de estas carreras- de la UTCJ; el aprovechamiento en matemáticas es un problema al que nos enfrentamos continuamente en toda institución de educación superior, según el Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, 2012) a México le tomará alrededor de 25 años alcanzar el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, solo en matemáticas y más triste aún en lectoescritura que calculan será de 65 años¹. Estas cifras aunque desalentadoras tienen la facultad de motivar el trabajo educativo hacia mejores resultados o quizá de manera más ambiciosa buscar a paso firme un mejor posicionamiento internacional en un corto plazo en todos los sentidos del proceso enseñanza-aprendizaje.

El costo generacional es alto conviniendo con los resultados predictivos de PISA ya que un periodo de 25 años en alumnos evaluados de 15 años, nos representa más de 5 generaciones de profesionalización universitaria, por lo que este atraso es catastrófico debido al rápido avance de la ciencia y la tecnología, ante esta realidad México se encontrará en desventaja competitiva a nivel internacional para mediados del siglo XXI y exponencialmente nos tomaría un siglo para contender por un lugar en el mundo.

Concretamente abordar el problema de las matemáticas mediante el uso de la tecnología a largo y ancho del mundo ha llevado a muchos investigadores a trabajar para determinar su impacto y sus beneficios, los más se han centrado en las bondades del uso de computadoras, lap-tops, softwares y calculadoras, a últimas fechas en los beneficios de las llamadas tablets, pero muy pocos en el provecho de trabajar con iPad™, quizá por sus costos, lo reducido de su mercado o por desconocimientos de sus dividendos, más aún pensar en un grupo idóneo en el que todo alumno de la clase cuente con un iPad™ homogenizando su rendimiento en el aula, hipotéticamente, cada alumno ha alcanzado tal desarrollo tecnológico que ha prescindido del lápiz y del cuaderno de cuadrícula, suena idóneo para una institución pública de instrucción superior, sin embargo, la UTCJ le ha apostado a la investigación del impacto que esta TVI pueda tener en sus aulas. Siendo una universidad relativamente joven el rumbo de sus investigaciones es amplio interesándose también por las de corte cualitativo, como por ejemplo la influencia de los procesos cognitivos de las matemáticas que servirán de basamento en la aplicación de la tecnología y de las ingenierías, las matemáticas en *contra natura* han sido estigmatizadas de áridas e inaccesibles, según Stewart² (2005) “muchos de nosotros creemos que no tiene sentido que los matemáticos inventen nuevos teoremas a menos que lleguen a oídos del gran público. No los detalles, por supuesto, sino el carácter general de la iniciativa”, entendiéndolo como tal ese carácter generalizado para su uso y sus aplicaciones.

Gran cantidad de esfuerzos se han dedicado a la investigación de los problemas en el ámbito educativo principalmente desde la perspectiva de la matemática educativa (Hitt 2003, Ruíz 2011, Godoy-Saucedo 2014)³ y muchos de ellos centrados en la solución de esta problemática auxiliados con tecnología para la resolución operativa de la algoritmia, la manipulación numérica, la representación gráfica, la simulación de fenómenos y la retroalimentación conceptual, todos y cada uno elementos presentes en el bagaje educativo de las matemáticas (Kieran⁴ 1993, Carvalho⁵ 2006, Ruiz⁶ 2013).

En general los problemas u obstáculos recurrentes en educación son del índole cognitivo, epistemológico y didáctico, el primero de estos es responsabilidad de los expertos genetistas y los neurólogos, los dos últimos son el campo de estudio de todos aquellos que directa o indirectamente nos relacionamos con el quehacer docente, buscamos aportar soluciones a un problema añejo y complejo que muta según las condiciones de la edad histórico-socio-cultural del entorno. Concretamente en matemáticas han sido campo de estudio los problemas a consecuencias de los tratamientos dados a los temas, la interpretación de los mismos, la exégesis hecha a los currículos, predominancias del currículo oculto institucional, la complejidad de los temas y los métodos y técnicas que sirvan para facilitar la conceptualización y el análisis. Definidos por Brousseau⁷ (1997) como *Obstáculos Epistemológicos* se presentan cotidianamente y cotidianamente damos solución a ellos recurriendo a técnicas, dinámicas y estrategias que muchas veces *transponen didácticamente* el conocimiento matemático corriendo el riesgo de sesgarlo Godino⁸ (2003), en contraparte queremos probar que el uso del iPad para la clase de matemáticas también minimiza la probabilidad de un sesgo de algunos de los objeto de enseñanza debido a sus cualidades de representación inmediata de las gráficas y el registro oportuno de los datos de un proceso.

Ante esta problemática hemos considerado -sino como solución definitiva al problema por su complejidad- que un elemento oportuno y de actualidad es el uso de tecnología versátil e interactiva (TVI) puntualmente el iPadTM para superar los obstáculos epistemológicos y didácticos comunes para las matemáticas universitarias, concretamente en la UTCJ, aunque han sido reportados los resultados de muy pocas investigaciones del impacto del iPadTM en el salón de clases para las matemáticas superiores, en contraparte la investigación del uso de las tecnologías para el quehacer docente está en franco desarrollo aportando cada vez más logros y hallazgos paralelamente con la innovación tecnológica (Ruíz 2013)⁹.

Este artículo ha sido intencionado para analizar el impacto del aprovechamiento del iPadTM como un útil escolar de uso diario en matemáticas, facilitando la visualización, auxiliando en la búsqueda bibliográfica, optimizando los tiempos operacionales, acceso oportuno a la inter-net para consultas de retroalimentación y para el registro de las actividades como libreta de apuntes personal.

Hipótesis de investigación

El uso del iPad como un artículo escolar impactará positivamente en el aprovechamiento del proceso enseñanza-aprendizaje de las matemáticas universitarias para las carreras de ingeniería?

Estado del arte

Un argumento muy común cuando nos referimos a las matemáticas sin importar si son alumnos o maestros es que: son difíciles, esta concepción de las matemáticas se acentúa por la aridez de su enseñanza, hemos predispuesto a los estudiantes desde su definición: *ciencia exacta que estudia la relación de los números y las cantidades*, entre líneas el estudiante entiende que una herramienta que solo le sirve para resolver problemas, desde la definición no estamos considerando que el alumno abstraiga de manera reflexiva los conceptos que le proporcionan los andamiajes de construcción del conocimiento, Larios (2012) lo sintetiza como: *Tal parece que para que el estudiante pueda construir su conocimiento y llevar a cabo la obligatoria interacción activa con los objetos matemáticos, incluyendo la reflexión que le permite abstraer estos objetos, es necesario que estos objetos se presenten inmersos en un problema y no en un ejercicio*¹⁰. Por lo que hacemos o creamos en el alumno la idea de que las matemáticas sirven para resolver problemas establecidos con procesos matemático establecidos en contextos abstractos. Por su parte Polya¹¹ (1965) considera que la resolución de un problema radica en la comprensión que se tiene de él, que es necesario esquematizarlo para contar los elementos básicos indispensables para plantearlo y crear las estrategias de solución.

El iPadTM no haría diferencia en estos procesos y caería en la idea errónea que tenemos de actualización tecnológica en el aula que nos orilla a pensar que por utilizar el retroproyector para visualizar las operaciones impresas me apoyo en la tecnología para optimar mi proceso de enseñanza. No categóricamente, emplear TVI para la enseñanza de las matemáticas se sustenta en la planeación de actividades, en la selección del material, en la aplicación continuada para la conceptualización de los conceptos trascendentes, aunque son herramientas muy poderosas su misma versatilidad puede convertirse en un distractor generalizado.

El iPadTM *per se* tiene la cualidad de ser un motivador sobre todo para la clase de matemáticas, por las opiniones que expresaron los alumnos en una encuesta que no llegó a ser formal, la idea de usar iPadTM en el salón para una clase ordinaria: *Sería atractiva, algo novedoso, muy dinámica y excepcional*, opinaron también que: *Pensar siquiera que cada alumno cuenta con su iPadTM para su clase ya es atrayente*. La importancia de considerar la opinión de los alumnos para el uso de iPad en el salón de clases radica en que finalmente ellos son los beneficiados primarios del proceso enseñanza-aprendizaje por lo que destacan en su sentir que: *están poco interesados por las clases magistrales y prefieren métodos menos tradicionales de enseñanza* (Vadillo-Marta-Cabrera 2010, Sierra-Cabezuelo 2010, Gallardo 2013)¹². En alusión al tema Pea (1997) las denomina *Tecnologías Cognitivas* y al respecto hace referencia a ellas como entidades promotoras de la enseñanza y el aprendizaje a la par de cualquier otro elemento didáctico que promueva la capacidad para superar las limitaciones de la mente, en cambio para Tall (1996) son micro universos creados para capacitar a los estudiantes y desarrollar sus habilidades mediante la noción de organizadores genéricos. De una u otra manera cada investigación aporta los resultados de su experiencia con la intención de allanar los impedimentos que evitan que los alumnos construyan por sí mismos conceptos abstractos y si las TVI's –concretamente el iPad- aportará resultados positivos en este sentido, de alguna manera probaremos nuestro objetivo conforme con las investigaciones realizadas en el campo cognitivista. *Estos últimos temas de estudio, se sustentan en resultados recientes de experiencias didácticas, vinculadas a la psicología cognitiva, las cuales tienen que ver con el procesamiento de la información matemática en la mente del individuo (percepción, memoria, pensamiento), coadyuvado por herramientas digitales portátiles* (Ruíz 2013)¹³.

Un aspecto preponderante del uso de las TVI's es sin duda el provecho que se puede obtener de la visualización –tal vez en esa característica radique su impresionante éxito- en matemáticas, beneficio que puede ser canalizado principalmente para el graficado de funciones, la construcción de prototipos y la retroalimentación de los temas (Hitt¹⁴ 1995, Zimmerman 2001, Fraire-Godoy-Saucedo¹⁵ 2012), pero quizá más trascendente es el hecho de interpretar la visualización como la creación mental de imágenes para facilitar la abstracción de los conceptos y el desarrollo de la habilidad de convertir los saberes en símbolos, Duval¹⁶ señala que: *investigaciones recientes sobre los sistemas semióticos de representación han puesto de manifiesto la importancia de la articulación entre diferentes representaciones de conceptos numéricos y meta numéricos en el aprendizaje de objetos esenciales de naturaleza matemática*, es donde hace su aparición la tecnología de representaciones virtuales facilitando al alumno este proceso mental, es importante recalcar que la tecnología solo motiva y facilita no suple ninguna habilidad cognitiva.

El salón de clase de cualquier asignatura es un crisol que entremezcla distintos estilos de aprendizaje, de intereses, de personalidades, etc. y aunque son respetables estas diferencias las ciencias exactas por *natura* exigen un cierto dominio de sus lenguajes propios y de sus estructuras procedimentales, detentando un rigor matemático particular, en este sentido la abstracción, la síntesis y la explicación de los conceptos y saberes sigue siendo labor del sujeto no del objeto de aprendizaje ni del apoyo didáctico. Poseer la tecnología no limita esta labor ni la suple, si acaso, solo la facilita. Sabemos de antemano que el uso del iPadTM en el salón de clases de matemáticas no es la panacea para resolver los problemas de bajos aprovechamientos y la falta de interés por parte de los alumnos y más aún si tomamos en cuenta que a nivel nacional hemos considerado más importante evaluar las habilidades operativas que el pensamiento analítico.

Desde siempre hemos buscamos herramientas que hagan a los alumnos crítico, asertivos, etc., pero la realidad es que seguimos evaluando su capacidad memorística y mecanicista, sin embargo es un riesgo que debemos correr mientras exista el compromiso de la comunidad académica por optimizar el proceso de la enseñanza y el aprendizaje.

Estamos convencidos de que la TVI's de entre sus muchas bondades es relevante su versatilidad y su adaptabilidad a los distintos intereses y estilos tanto de los estudiantes como a los maestros, los nuevos métodos docentes con el apoyo de las TIC's tienen posibilidades de responder a una variedad enorme de estilos y necesidades de los estudiantes (Rodríguez, 2011)¹⁷. Además de los distintos estilos sabemos que la *Brecha Generacional* entre el alumno y el maestro puede llegar a convertirse en insalvable sin un punto de interés común en la clase de matemáticas, denominada como la brecha de pertinencia, entendida esta como la diferencia entre lo que requiere el profesor y lo que ofrecen los recursos digitales. (Garrido, 2008)¹⁸.

Metodología

Pero aunque proponer el uso de iPad'sTM en la clase de matemáticas suena atractivo desde su mención-principalmente para los estudiantes los beneficios no son simbióticos, es decir que las bondades no radican en el hecho de poner un equipo en cada mano del estudiante para que este aprenda matemáticas, ni para que sepa cómo usarlas y además –sobre todo- que le gusten por lo que nos dimos a la tarea de estructurar la metodología y el programa para la aplicación de la investigación sobre el *impacto del aprovechamiento para matemáticas*, el cual ha sido estructurado en las 6 fases siguientes:

Proyecto del tipo del tipo

Análisis de corte Cuantitativo

Estudio del tipo

Comparativo-Intervención.

Área de Estudio

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.

Muestra Poblacional

Dos grupos aleatorios de un mismo grado y un mismo programa académico.

Uno denominado grupo de contraste y el otro grupo de investigación.

Variable Dependiente

Diferenciabilidad de resultados en evaluaciones teórico-prácticas validadas por expertos de la Universidad de Texas en el Paso, USA. De la Universidad Autónoma, de la Universidad Tecnológica y del Instituto Tecnológico estos últimos de Ciudad Juárez Chihuahua, México.

Uso de iPad™, o mini-iPad™ de cualquier generación.

Variable Independiente

Grupos de Casos y Controles.

Criterios de Inclusión

- Alumnos de las carreras de Ingeniería en Nanotecnología o en Ingeniería en mantenimiento industrial.
- Alumnos regulares cursantes de la asignatura.
- Alumnos de ambos géneros.
- Alumnos conscientes de que forman parte de la investigación.

Selección de la Muestra

Muestra de conveniencia para los grupos de control y de investigación de una misma asignatura y una misma carrera.

Medida de estudio

Exámenes teórico-prácticos validados por expertos en el área.

Logística**1era. Fase Planeación**

- Planeación del curso total de matemáticas usando iPad™
- La implementación de las actividades de la investigación ha sido estructurada a lo largo del periodo de estudios 2014-2016.
- Elaboración del curso de matemáticas
- Selección del material interactivo que enriquezca el curso.
- Selección de la Bibliografía y sustentos teóricos.

2da. Fase Validación

- Los instrumentos de aplicación y evaluación para la investigación son validados mediante el apoyo de Instituciones de educación superior y mediante los resultados obtenidos en aplicación de campo con alumnos ajenos a los grupos de investigación.
- Aplicación de la encuesta entre los alumnos a cerca de que opinan del uso diario del iPad™ en la clase de matemáticas.

3era. Fase Implementación

- La selección de grupos participantes en la investigación para esta etapa han sido seleccionados previamente, de igual forma han sido definido el grupo que fungirá como contraste y el grupo que servirá de investigación.

- El programa institucional de Calculo Diferencial para Nanotecnología consta de temas como: Matrices, Introducción al Cálculo, la Derivada y aplicaciones de la Derivada.
- Ambos grupos seguirán el programa institucional de la asignatura.
- En el grupo de investigación a cada alumno se le asignará un iPad™ durante todo el ciclo escolar para la materia de cálculo, el cual le servirá como cuaderno de apuntes, simulador, graficador, consultor de datos, de acceso a internet, etc.
- Las actividades extras para el grupo de investigación son de reforzamiento, anécdotas ilustrativas de eventos relacionados con el tema o el momento histórico de los actores del devenir matemático, biografías de los personajes ilustres de las ciencias exactas y los contextos en los que se desarrollan los saberes y conocimientos.
- El iPad™ servirá también para el registro gráfico mediante videos, fotografías y esquemas de las actividades, prácticas y experimentos desarrollados para ilustrar, comprobar o aproximar la abstracción de un concepto básico en matemáticas.
- Como un auxiliar en la retroalimentación mediante la recapitulación continua y reiterativa.
- El acceso a distintos softwares para la resolución algorítmica y la comprobación de datos.
- Para la comprobación del comportamiento gráfico de las funciones de manera instantánea al cambiar los valores de sus términos y sus variables y las condiciones de sus ejes.

4ta. Fase Evaluación temática

- El programa institucional muestra 4 unidades temáticas para la asignatura, las evaluaciones estarán en función de esas unidades de manera paralela en ambos grupos, siendo la misma evaluación tanto para el grupo de contraste como el de investigación.

5ta. Fase Análisis

- Al aplicar una misma evaluación temática en ambos grupos nos permite analizar los resultados mediante un mismo racero lo que a su vez se convierte en el instrumento que determinará al final de la investigación cuál fue el impacto del uso del iPad™ en el salón de clases.

6ta. Fase Publicación

- Los resultados de la investigación serán publicados en distintos foros especializados.
- La explicación de las conclusiones y el análisis del impacto expuesto en distintos paneles.
- La experiencia nos permitirá programar cursos a maestros tanto de la misma Universidad como de otras Instituciones.

Resultados

Actualmente nos encontramos en fases preliminares de la aplicación por lo que es prematuro adelantar el análisis de los resultados.

Conclusiones

El uso de TVI como auxiliar didáctico en el salón de clases se encuentra en el ojo del huracán por aquellos que se muestran reticentes a las innovaciones, a las implementaciones y a los cambios en la enseñanza matemática, por otra parte se encuentran los rigoristas para los que es más importante el dominio de los teoremas, el enfoque abstracto, la dureza de los procesos, etc. y por otro lado todos aquellos que apuestan por alumnos críticos, analíticos y asertivos, para los que lo importante del conocimiento es el saber y que no importa el cómo? Sino el qué y para qué?, Pero para todos, los resultados demostrarán su valía en el impacto no importando si fue positivo o negativo ya que de alguna manera cada una de estas tendencias ha permitido la pluralidad de ideas para dar paso a la investigación matemática y cada contribución sentará los vértices para futuras generaciones de matemáticos y de investigadores.

En conclusión no podemos negar que el universo actual de estudiantes se encuentran inmerso en un medio rico de utilitarios tecnológicos objetivados hacia el uso recreativo y de esparcimiento, generalmente carentes de cualquier intención por acrecentar y/o favorecer las funciones cognoscitivas, sin embargo, esa tecnología que pudiéramos tachar de *frívola* tiene el potencial y los recursos suficientes que destinados hacia propósitos productivos pueden determinar los cánones educativos de una nueva generación de cualquier salón de clases.

Agradecimientos

Creemos importante recalcar que la investigación es posible gracias al apoyo incondicional de las autoridades de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez y al Programa para el Desarrollo Profesional Docente de la Secretaría de Educación Pública, por su financiamiento para la adquisición del equipo y las facilidades para su implementación.

Referencias

- 1 Carbonell Miguel. (2013). Informe de resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. Resultados PISA OCDE 2012. pp 3. México. País.
- 2 Stewart, Ian. (2007). Cartas a una joven matemática. Prefacio. Pp 1, Colección Drakontos, Crítica. Barcelona, España.
- 3 Ruiz, E. F. (2011). Indicadores teóricos para la Construcción de Conceptos del Cálculo Diferencial. Proyecto de investigación registrado en la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), núm. de registro CGPI20110343. IPN. México.
- 4 Kieran, C. (1993), Functions, Graphing and Technology: Integrating Research on Learning and Instruction in Integrating Research in the Graphical Representation of Functions, T. Carpenter, E. Fennema and T. Romberg (Eds.), pp.189-237. Erlbaum Hillsdale, N.J.
- 5 Carvalho, J. (2006). Are Graphing Calculators the catalyzers for a real change in mathematics education. En Gomes, P. y Waits B. (Eds), Roles of Calculators in Classroom, 21-30. Una Empresa Docente & Name of Publisher. USA.
- 6 Íbid 3
- 7 Farfán Rosa María. (1997). Ingeniería Didáctica, un estudio de la variación y el cambio, apartado "consideraciones iniciales" cita a Brosseau, pgs. 15-16. México. Grupo editorial Iberoamérica.
- 8 Godino-Batanero-Font.(2003). Fundamentos de la Enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas para maestros. Matemáticas y su didáctica para maestros. Proyecto Edumat-Maestros. Recursos tecnológicos, pp. 138. Universidad de Granada. España.
- 9 Íbid 3

10 Boscán-Klever. (2012). Metodología Basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. Escenarios. 10(2), Boscán-Klever citan a Larios en los referentes teóricos, pp. 11. Colombia. Universidad Autónoma de Caribe.

11 Arguedas Vernor. (2012). George Pólya: razonamiento Pausible. Revista Digital: matemática, Educación e Internet. 12(2). Costa Rica. Escuela de Matemática Universidad de Costa Rica.

12 Gallardo Camacho Jorge. Análisis de la integración del iPad™ en el aula desde la perspectiva del alumno: Proyecto piloto de la UCJC. Revista Historia y Comunicación Social. 18. (No. Especial octubre 2013), pp. 401. España.

13 Íbid 3.

14 Hitt Fernando.(2003). Funciones en contexto. Pp. 34-56. México. DF. Editorial Pearson. Educación (Prentice Hall).

15 Fraire-Godoy-Saucedo. (2012). Máximos y mínimos con TI nspire CX CASTM, conferencia impartida en el IV Simposium Latinoamericano para la integración de la tecnología en el aula de matemáticas y ciencias. México D.F. Instituto Politécnico Nacional.

16 Duval, R. (1998). Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. In: F. Hitt Investigaciones en matemática educativa II., 2(1), pp. 101- 120. México DF. Grupo Editorial Iberoamérica.

17 Rodríguez Izquierdo Rosa María. (2011). Repensar la relación entre las TIC y la enseñanza universitaria: problemas y soluciones. Profesorado, Revista de currículum y formación del profesorado. 15(1). Resumen, pp. 9. Universidad de Granada. España.

18 Íbid 12.

Alsina-Planas, (2008). Matemática Inclusiva: Propuestas para una educación matemática accesible. Narcea. España.

Bautista-López-Rosenbaum, (2004).

La matemática y su entorno. Colección: Aprender a aprender. Siglo XXI. México.

Boscán-Klever. (2012). Metodología Basada en el método heurístico de Polya para el aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos. Escenarios. 10(2). Julio-diciembre. pp. 11. Colombia. Universidad Autónoma de Caribe.

Cantoral-Farfán-Alanís, (2003). Desarrollo del Pensamiento Matemático. ITESM. Editorial Trillas. México.

Cortes-Hit. (2005). La Integral definida. Una propuesta de enseñanza utilizando Derive de Camacho-Socas-Depool. Reflexiones sobre el Aprendizaje del Cálculo y su Enseñanza (pp. 247). Morevallado Editores. Morelia Michoacán. México.

D'Amore Bruno. (2005). Didáctica de la Matemática. Reverté Ediciones. México.

Farfán, Rosa María. (1997). Ingeniería didáctica: Un estudio de la variación y el cambio. Grupo Editorial Iberoamérica.

Filloy, Eugenio. (2003). Matemática educativa: Aspectos de la investigación actual. 1era. Edición. CINVESTAV-IPN, Fondo de Cultura Económica. México

Godoy-Saucedo. (2012). Máximos y mínimos con TI nspire CX CAS™, conferencia impartida en el IV Simposium Latinoamericano para la integración de la tecnología en el aula de matemáticas y ciencias. IPN. México.

Guedj Denis. (2000). El Teorema del Loro. Editorial Anagrama. Barcelona, España.

Hit-Cortés. (2005). Reflexiones sobre el Aprendizaje del Cálculo y su Enseñanza. Morevallado. México.

Hit, Fernando, Investigaciones en Matemática Educativa. 2, pp. 173-201. Grupo editorial Iberoamérica. México.

Hofstadter, Douglas. (2009). Yo soy un extraño bucle. Patrones y demostraciones, apdo. el Credo Matemático. 9(1) pp 156. Tusquets Editores. México.