

# 29

Fecha de presentación: agosto, 2017  
Fecha de aceptación: noviembre, 2017  
Fecha de publicación: diciembre, 2017

## LA ENSEÑANZA

DE LAS MATEMÁTICAS, EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA, UTILIZANDO EL SOFTWARE LIBRE

### **THE TEACHING OF MATHEMATICS, IN THE CAREER OF COMPUTER ENGINEERING, USING FREE SOFTWARE**

MSc. Juan Felipe Medina Mendieta<sup>1</sup>

E-mail: [jfelipemm@ucf.edu.cu](mailto:jfelipemm@ucf.edu.cu)

Dr. C. Eloy Arteaga Valdés<sup>1</sup>

E-mail: [earteaga@ucf.edu.cu](mailto:earteaga@ucf.edu.cu)

MSc. Jorge Luis Del Sol Martínez<sup>1</sup>

E-mail: [jlmartinez@ucf.edu.cu](mailto:jlmartinez@ucf.edu.cu)

<sup>1</sup> Universidad de Cienfuegos. Cuba.

#### Cita sugerida (APA, sexta edición)

Medina Mendieta, J. F., Arteaga Valdés, E., & Del Sol Martínez, J. L. (2017). La enseñanza de las matemáticas, en la carrera de Ingeniería Informática, utilizando el software libre. *Universidad y Sociedad*, 9(5), 219-225. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>

#### RESUMEN

La presente investigación aborda el uso de herramientas basadas en software libre en el segundo año de la carrera Ingeniería Informática en la Universidad de Cienfuegos. En él se exponen los resultados obtenidos por los estudiantes en los proyectos integradores de la asignatura Matemática IV, utilizando el asistente matemático Maxima, basado en software libre. La experiencia se realizó durante cuatro cursos sucesivos, en los dos primeros las clases se desarrollaron sin el uso del software y en los otros dos sí se utilizaron. Se prueba con métodos estadísticos, que los resultados obtenidos en los proyectos integradores de curso con la utilización de Maxima, son superiores a los que se obtienen sin la utilización de este, se demuestra de esta forma utilizar el software libre en la enseñanza universitaria influye positivamente en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura.

**Palabras clave:** Software libre, matemática, enseñanza, software Maxima, Ingeniería Informática.

#### ABSTRACT

The present research is about the use of tools based on free software in the second year of the career in Computer Engineering at the University of Cienfuegos. It shows the results obtained by students in the projects integrating Mathematics IV, using the mathematical assistant Maxima, based on free software. The experience was realized during four successive courses, in the first two the classes were developed without the use of the software and the other two with the use of the same one. Using statistical methods, the results obtained in the course integrator projects using Maxima are proved to be superior to those obtained without the use of this one, demonstrating in this way that the use of free software in university education influences positively in the teaching - learning process of the subject.

**Keywords:** Free software, math, teaching, Maxima software, informatics engineering.

## INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) forman parte de la sociedad actual. Agrupan los elementos y las técnicas usadas en el tratamiento y la transmisión de las informaciones, principalmente de informática, internet y telecomunicaciones. El uso de las TIC ha sido tan prolífero que ha pasado a formar parte de planes y estrategias de regiones y naciones. (Polo, 2016)

El uso de estas tecnologías no se encuentra ajeno a problemas sociales de la ciencia y la tecnología (CTS). Uno de estos problemas lo constituye la democratización de la información. (Tedesco, 2017) Debido a la importancia que presenta este hecho fue abordado en la Declaración de Budapest: *“la revolución de la información y la comunicación ofrece medios nuevos y más eficaces para intercambiar los conocimientos científicos y hacer progresar la educación y la investigación”* (Organización de Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 1999).

En la Declaración de Santo Domingo se plantean tres grandes metas para la democratización de la ciencia: que los avances científicos y tecnológicos lleguen a mayor cantidad de personas, mostrar especial atención por aquella población más pobre; posibilitar y facilitar el acceso a la ciencia; realizar el control social de la ciencia y la tecnología a partir de opciones morales y políticas colectivas y explícitas. (Organización de Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 1999)

El desarrollo gradual de las TIC en la sociedad cubana ha provocado profundas transformaciones. Una de ellas se ha llevado a cabo en los medios de enseñanza en los diferentes niveles, incluyendo la Educación Superior (República de Cuba. Ministerio de Educación Superior, 2007). Esto ha implicado cambios en los roles tradicionales del profesor y del estudiante (Linares & Escalona, 2015). Dadas estas nuevas condiciones la Educación Superior ha tenido la necesidad de una nueva concepción curricular.

Esta nueva concepción plantea la disminución de la actividad presencial y el incremento del autoaprendizaje de los estudiantes (Menéndez, Díaz, Sánchez, & Linares, 2014), a partir de la introducción de nuevos medios en el proceso de formación como las TIC. Esta nueva concepción curricular está en consonancia con las tendencias a mediano plazo, en relación con la introducción de las tecnologías en la educación superior en el mundo.

No es posible hablar del rol de las tecnologías en la educación superior, al margen de las tendencias a nivel internacional en la adopción de tecnologías en la educación superior en el siglo XXI. Entre las tendencias a mediano

plazo se encuentran, en primer lugar, *el replanteamiento del diseño y la configuración de los espacios formativos en las universidades*, y, en segundo lugar, *el cambio hacia un aprendizaje más profundo*. Estas dos tendencias son una consecuencia directa del afianzamiento del enfoque del aprendizaje centrado en el alumno y la emergencia de nuevos modelos de enseñanza y aprendizaje, de uno de los objetivos primordiales de la educación superior que es proporcionar a los estudiantes las habilidades necesarias para tener éxito en el mundo laboral, entre ellas, el pensamiento crítico y competencia para aprender a aprender. (Johnson, et al., 2016)

Según, los mencionados autores, en el *aprendizaje centrado en el alumno*, los estudiantes se implican más en espacios de aprendizaje innovadores, el aprendizaje se vuelve más flexible y activo y tiene cabida la colaboración y el aprendizaje basado en proyectos. Pero no solo son los espacios físicos de aprendizaje los que han de someterse a un rediseño, sino también los virtuales, para ofrecer a los estudiantes una experiencia enriquecida de aprendizaje mixto, combinación del aprendizaje presencial y virtual.

Por su parte el *aprendizaje profundo* resulta esencial para maximizar el impacto de la segunda tendencia. Este tipo de aprendizaje se caracteriza porque el estudiante se centra en el significado del contenido, relaciona varias ideas y las conecta con experiencias previas para potenciar su comprensión personal. En definitiva, un aprendizaje que despierta la curiosidad de los estudiantes y sus ganas de investigar y en el que los docentes ya no son los que transmiten la información, sino que se convierten en guías y orientadores de sus alumnos, generan debates y promueven en ellos ese espíritu curioso que se menciona. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es considerado una metodología idónea para facilitar este tipo de aprendizaje activo y autodirigido. En ella, un concepto o una cuestión conduce a un proceso de investigación que llevan a cabo los estudiantes y que los lleva a construir conocimiento y cuando es apoyada por las TIC, los ayuda a trabajar de manera colaborativa, a diseñar y a crear.

El diseño curricular de la carrera Ingeniería Informática de las universidades cubanas es consecuente, no solo, con la concepción curricular de la Educación Superior cubana de la que se habló anteriormente, sino también, con estas tendencias a mediano plazo que se analizaron, lo cual se materializa en el Plan de Estudios D.

En este contexto el estudiante de la carrera Ingeniería Informática debe, como parte de su formación, vincularse con diferentes software que contribuyan tanto al desarrollo de sus habilidades, como a la formación de

una cultura informática que le permita valorar el funcionamiento de los sistemas y adquirir experiencia. Para ello es vital la utilización de software para implicarse en el aprendizaje mediante la realización de proyectos en los que pueda intercambiar y relacionar varias ideas mediante el debate y el análisis colectivo, conectarlas con sus experiencias previas, todo ello en aras de potenciar un aprendizaje más activo y profundo.

En este trabajo se exponen los resultados de una investigación realizada por los autores acerca de la utilización del software libre *Maxima* en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura Matemática IV, en la carrera de Ingeniería Informática, de manera específica en los proyectos integradores.

Existen varios software que pueden ser utilizados, y son utilizados, en las asignaturas de la disciplina Matemática Básica de la carrera Ingeniería Informática, conocidos como asistentes matemáticos. Estos pueden ser clasificados en software libre o privativo, atendiendo al tipo de licencia que tengan y en simbólicos o numéricos de acuerdo con el tipo de procesamiento que lleven a cabo. Investigaciones realizadas por Rodríguez (2005) y Pardini (2007), apoyan la idea de utilizar software libre en la docencia, debido a sus ventajas técnicas, morales y pedagógicas por sobre sus contrapartes privativas.

Existe en la actualidad un dominio hegemónico de grandes compañías productoras de software matemático: Microsoft Corporation, International Business Machines (IBM), Texas Instruments (TI), Wolfram Research, MathWorks, Maplesoft. Estas compañías realizan software matemáticos privativos de alta calidad. Sin embargo, existen otros tantos software, de alta calidad, que quizás no tienen tanta publicidad, con un nuevo paradigma, software libre. Se destacan, entre otros: Axiom (Jenks & Sutor, 1992); Macaulay2 (Brandt, 2015); Singular (Stein, 2016); Maxima (Rodríguez, 2017).

El *software libre* es aquel que permite ejecutar el programa con cualquier propósito, acceder al código fuente para estudiar su funcionamiento y adaptarlo a las necesidades de cada uno, redistribuir copias, mejorar el programa y luego publicarlo para bien de toda la comunidad. (Stallman, 2004)

El modelo de software libre trae ventajas, entre las que sobresalen: permite tener control total sobre el software, estudiarlo, modificarlo, mejorarlo y compartirlo. Esto último posibilita integrar y potenciar valores éticos que son importantes en la formación de los estudiantes universitarios. (Rodríguez Galván, 2005)

En 2005 Cuba inicia su emigración a software libre y plataformas de código abierto en general. Desde entonces queda orientado que esta emigración fuera un proceso continuo y organizado. (Pérez-Villazón, et al., 2013) Una de las estrategias trazadas en esta dirección, en la universidad de Cienfuegos, consiste en la implementación, capacitación y uso, por parte de los estudiantes, de software con licencia libre.

Uno de los software libre que se escogió e implementó en la carrera es el *Maxima*. Este software es un sistema de álgebra computacional, está especializado en operaciones simbólicas, también ofrece otras capacidades como cálculo numérico de integrales o racionalización, únicamente limitados por el tamaño de memoria del ordenador. En la actualidad se encuentra desarrollado en lenguaje LISP y funciona bajo todo tipo de plataformas como MAC OS X, Unix, BSD, GNU/LINUX, Microsoft Windows y Android. (Ruiz Sánchez, et al., 2014)

Maxima dispone de múltiples interfaces gráficas de usuario, la versión WxMaxima es una de las más populares. Esta interface proporciona menús y diálogos para muchos de los comandos de Maxima, ayudas de autocompletar, incrustar dibujos en el área de escritura y reproducir animaciones.

Desde el punto de vista de su uso en la docencia el programa presenta ciertas características destacables, en primer lugar es gratuito, uno de los puntos principales para ser considerado en este trabajo; en segundo lugar, está disponible en varios idiomas, entre ellos, el español, lo cual hace que sea una herramienta cómoda de usar, toda la documentación que viene con el programa se encuentra en español lo que proporciona una gran ayuda a los alumnos en caso de tener duda con alguna de las operaciones que quieran realizar.

De forma paralela existe una gran cantidad de documentación en español en la propia página web del programa que incluyen tutoriales para empezar a utilizar el programa desde la base hasta manuales para su uso en estudios superiores o profesionales. Además, existen diversos videos tutoriales para ilustrar, cómo utilizar el programa en diversos problemas. El programa dispone de comandos para realizar operaciones elevadas que pueden ser de utilidad en estudios universitarios y de formación profesional superior.

Debido a las ventajas que propone el paradigma de software libre, este artículo defiende la idea de que la utilización de herramientas matemáticas basadas en este paradigma, para la carrera de Ingeniería Informática repercute de forma positiva en los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## DESARROLLO

Esta investigación se realiza en la carrera Ingeniería Informática de la Universidad de Cienfuegos. Se realiza un diseño basado en tres etapas. En la primera se diseña la investigación y se estudia la bibliografía referente al tema tratado. Para este estudio se utiliza, además de la búsqueda tradicional de literatura digital actualizada, la entrevista a personal especializado en software libre como otra fuente de información y se tienen en consideración experiencias anteriores en la utilización de este paradigma. Se utiliza la disciplina de Matemática Básica para la implementación de herramientas basadas en el paradigma de software libre. Se estudian software existentes con licencia libre, que cumplan los requisitos adecuados, para suplantar sus contrapartes privados utilizados.

En la segunda etapa, que abarca el curso 2012-2013, se implementa la utilización del asistente matemático *Maxima* (Maxima, a Computer Algebra System, s. f.), en la carrera Ingeniería Informática, se sustituye la herramienta usada históricamente hasta ese momento, Derive. Se realiza el tránsito, pero sigue a disposición de los alumnos el asistente matemático Derive y todo el trabajo realizado durante años en la disciplina Matemática General, lo cual permite al alumnado la posibilidad de establecer una comparación entre ambos sistemas y paradigmas. Con el fin de garantizar la competitividad con la herramienta Derive se implementan instrucciones que complementan las existentes en Derive y nuevas que complementan los contenidos de la disciplina. La abundante documentación y el acceso al código fuente facilitaron el desarrollo de esta tarea.

En esta etapa, además de utilizar el sistema, se brinda una formación encaminada a fomentar en los estudiantes una cultura basada en las ventajas que supone la utilización de software bajo libre licencia en esferas sociales. Esta segunda etapa se extendió al curso 2013-2014, aunque se mantuvo perfeccionando el uso de *Maxima* en este centro.

La tercera etapa consiste en la valoración del uso, por parte de los alumnos, de herramientas basadas en software libre. Para ello se escoge como población a estudiar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Informática y en específico los que cursan el segundo año. Se seleccionan 4 cursos (2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 y 2013-2014) para garantizar un tamaño de muestra adecuado de forma que existieran cursos con uso solo de herramientas privadas y cursos con uso de herramientas libres.

En los cursos 2010-2011 y 2011-2012 se utiliza la herramienta Derive (no se usa asistente matemático libre) y en 2012-2013 y 2013-2014 se utiliza *Maxima*. La muestra no es tomada aleatoriamente, la conforman los estudiantes

de cada uno de los cursos seleccionados. El tamaño de la misma es de 124 alumnos, de los cuales 56 (45.16%) corresponden a los cursos 2010-2011 y 2011-2012 y 68 (54.84%) a los cursos 2012-2013 y 2013-2014. Se utiliza como variable de inferencia de la influencia del uso del software libre en esta población los resultados obtenidos por los alumnos en los proyectos finales de curso.

La signatura Matemática IV de la carrera Ingeniería Informática comprende el estudio de la Matemática Numérica lo que acerca al estudiante a su especialidad. Es de vital importancia, en la asignatura, el uso de asistentes matemáticos, estudio de algoritmos e implementación de los mismos. En el programa analítico de esta asignatura, en la Universidad de Cienfuegos, se incluye un proyecto integrador de curso en el que los estudiantes programan en el lenguaje de programación aprendido los métodos y algoritmos estudiados. La nota de este curso se basa en una serie de parámetros: métodos implementados, complejidad en implementación de dichos métodos, heurísticas propuestas en los mismos, paradigma de programación utilizado, interface realizada, validación de datos y resultados. Se utiliza un paradigma cualitativo ordinal en la nota de este proyecto desglosado en mal, regular, bien y muy bien. En la muestra seleccionada se tienen las siguientes cantidades por notas: 18 (14.52%) – mal; 37 (29.84%) – regular; 24 (19.35%) – bien y 45 (36.29%) – muy bien. Por tanto, las variables utilizadas en la investigación se definen de la siguiente forma:

**x:** Estudio de la asignatura Matemática IV, por parte de un estudiante de segundo año de Ingeniería Informática, utilizando el asistente matemático libre *Maxima*. (Toma valores binarios de si o no, 0 o 1).

**y:** Evaluación final, que obtiene un estudiante de segundo año de Ingeniería Informática, en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV. (Toma valores ordinales de: mal, regular, bien y muy bien)

Se utilizan pruebas no paramétricas con el fin de probar que existe una relación entre la variable “x” (explicativa o independiente) y “y” (a explicar o dependiente) de manera que se verifique que el estudio de la asignatura Matemática IV utilizando el asistente matemático *Maxima*, basado en software libre, influye de forma positiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta especialidad.

Se utiliza inicialmente un análisis de tablas  $r \times c$  para realizar la prueba Chi-cuadrado de Pearson y la prueba de razón de verosimilitud Chi-cuadrado, con el fin de determinar la dependencia que existe entre la variable “y” con “x”. El planteamiento de la hipótesis es el siguiente:

$H_0$ : La utilización, por parte de los estudiantes, del asistente matemático *Maxima*, basado en software libre, y los

resultados obtenidos en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV son independientes.

$H_1$ : La utilización, por parte de los estudiantes, del asistente matemático *Maxima*, basado en software libre, y los resultados obtenidos en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV no son independientes.

Se utiliza un nivel de significación de 0.05 en esta prueba y se desea probar el cumplimiento de la región crítica.

En una segunda prueba se utiliza la prueba H o Kruskal-Wallis con el fin de demostrar que la variable "x" influye estadísticamente sobre la variable "y". El planteamiento de la hipótesis es el siguiente:

$H_0$ : La muestra tomada de los resultados obtenidos, por parte de los estudiantes, en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV provienen de iguales poblaciones utilizando, o no, software libre.

$H_1$ : La muestra tomada de los resultados obtenidos, por parte de los estudiantes, en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV no provienen de iguales poblaciones utilizando, o no, software libre.

Se utiliza un nivel de significación de 0.05 en esta prueba y se desea probar el cumplimiento de la región crítica para concluir que la utilización de *Maxima* como software libre influye en la nota del proyecto integrador.

Por último, una vez probada la dependencia estadística de "y" con "x" y la influencia de "x" sobre "y" se utiliza un análisis de los histogramas de los resultados antes de utilizar *Maxima* y luego de su uso para probar el aumento en las notas de los proyectos una vez conocido el paradigma de software libre.

## Resultados y discusión

La tabla 1 muestra la cantidad de estudiantes con resultados obtenidos en cada una de las categorías de la variable "y" con la variable "x".

Tabla 1. Cantidad de estudiantes evaluados en cada categoría "y" por cada categoría de "x"

| Cantidad de estudiantes no utilización |          | x           |    |
|----------------------------------------|----------|-------------|----|
|                                        |          | utilización |    |
| y                                      | mal      | 11          | 7  |
|                                        | regular  | 20          | 17 |
|                                        | bien     | 13          | 11 |
|                                        | muy bien | 12          | 33 |

La tabla 2 muestra el cumplimiento de la región crítica (0.018<0.05) en las pruebas: Chi-cuadrado de Pearson y razón de verosimilitud Chi-cuadrado de un análisis de

tablas  $r \times c$  rechazando la hipótesis nula y concluyendo con 95% de confianza, que existe dependencia estadística entre los resultados obtenidos, por parte de los estudiantes, en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV con la previa utilización del software libre *Maxima* como asistente matemático básico en la asignatura.

Tabla 2. Prueba Chi-cuadrado de Pearson y razón de verosimilitud Chi-cuadrado (tomado de SPSS).

|                              | Valor   | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|------------------------------|---------|----|-----------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson      | 10,031a | 3  | ,018                        |
| Razón de verosimilitudes     | 10,334  | 3  | ,016                        |
| Asociación lineal por lineal | 8,169   | 1  | ,004                        |
| N de casos válidos           | 124     |    |                             |

a. 0 casillas (0,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 8,13.

Los resultados obtenidos en la tabla 3 muestran el cumplimiento de la región crítica (0.004<0.05) en la prueba H, rechaza la hipótesis nula y concluye con un 95% de confianza que la utilización de la herramienta *Maxima*, basada en software libre, tiene influencia estadística sobre los resultados obtenidos, por parte de los estudiantes, en el proyecto integrador de la asignatura Matemática IV.

Tabla 3. Prueba H (tomado de SPSS).

## Estadísticos de contraste<sup>a,b</sup>

|                                      | EvalúProyecto |
|--------------------------------------|---------------|
| Chi-cuadrado                         | 8,453         |
| gl                                   | 1             |
| Sig. asintót.                        | ,004          |
| a. Prueba de Kruskal-Wallis          |               |
| b. Variable de agrupación: UtilizaSL |               |

Por último, una vez demostrado la dependencia estadística entre las variables "y" y "x" se muestra en la, figura 1, los histogramas de los resultados obtenidos en los proyectos integradores, sin y con la utilización de software *Maxima*. Se observa una disminución y notable aumento de estudiantes con nota de mal y muy bien respectivamente en el proyecto integrador una vez que han utilizado el software libre *Maxima*.

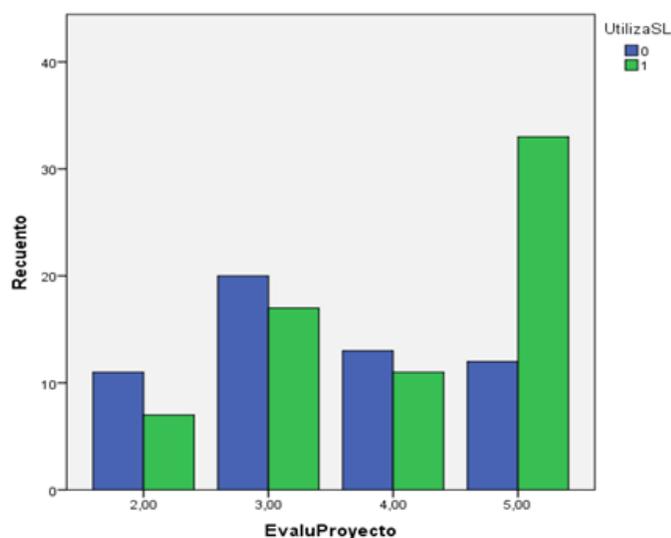


Figura 1. Histograma evaluación de proyecto integrador. Utilización de software libre.

## CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación realizada muestran que la utilización de herramientas matemáticas basadas en software libre en la carrera de Ingeniería Informática influye positivamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta especialidad, eleva no solo, su motivación por el estudio de esta asignatura, sino también, una notable mejora en la calidad de las evaluaciones del aprendizaje.

Un aspecto importante a tener en cuenta en la implementación de los software libre para lograr su efectividad en el proceso de enseñanza-aprendizaje es la capacitación de los estudiantes en lo que respecta a la utilización de estos software.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandt, M. (2015). Computing Free Resolutions in Macaulay2. Recuperado de <http://math.berkeley.edu/~brandtm/talks/freeres.pdf>
- Eaton, J. W. (2008). *GNU Octave. A high-level interactive language for numerical computations*. Recuperado de [http://www.math.unipd.it/~marcuzzi/DIDATTICA/ESE\\_CN\\_Informatica/octave\\_manual.pdf](http://www.math.unipd.it/~marcuzzi/DIDATTICA/ESE_CN_Informatica/octave_manual.pdf)
- Grothmann, R. (2017). Euler. Recuperado de <http://euler.sourceforge.net/index.html>
- Jenks, R.D., & Sutor, R. (1992). *Axiom. The Scientific Computation System*. Berlin: Springer-Verlag.
- Johnson, A., Cummins, B., Freeman, E., & Hall, C. (2016). NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition. Recuperado de <http://educalab.es/intef>
- Linares, Y. V., & Escalona, Y. S. (2015). Impacto del uso del asistente matemático Wx-máxima en el aprendizaje de la Matemática I y II en estudiantes de informática. *Universidad & Ciencia*, 4(2), 111–122.
- Menéndez, C. R., Díaz, P. B., Sánchez, Y. S., & Linares, Y. P. (2014). La enseñanza de estrategias de aprendizaje, una perspectiva pedagógica para las transformaciones en la Educación Superior en Cuba. *Pedagogía Universitaria*, 19(2). Recuperado de <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/612>
- Pardini, A. (2007). Fundamentación del uso de software libre en la universidad pública. Enseñando matemática con herramientas alternativas. *I Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales 18 y 19 de octubre de 2007 La Plata*. Recuperado de <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=eventos&d=Jev275>
- Pérez-Villazón, Y., García-Vitier, A., García-Gonzalez, J., Viera-Hernández, A., Hernández-Blanco, Y., & Cuesta-Llaneso, E. A. (2013). El proceso de migración a aplicaciones de código abierto en Cuba desde un enfoque metodológico. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 7(4), 31–41. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2227-18992013000400003](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2227-18992013000400003)
- Polo, R. (2016). Las nuevas tecnologías y el concepto de progreso. *Revista Jurídica Universidad Autónoma de Madrid*, (5). Recuperado de <https://revistas.uam.es/revistajuridica/article/download/6256/6730>
- República de Cuba. Ministerio de Educación Superior. (2007). Plan de estudio D. Ingeniería Informática Pre-sencial. 2007. La Habana: MES.
- Rodríguez Galván, J. R. (2005). *Matemáticas y Software libre para la docencia en la Cádiz*: Universidad de Cádiz.
- Rodríguez Galván, J. R. (2017). Maxima con wxMaxima: software libre en el aula de matemáticas. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/18931>
- Ruiz Sánchez, C. J., et al. (2014). El programa WxMaxima comparado con otros programas de cálculo matemático orientados a la docencia. Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/7855>

- Stallman, R. (2004). *Software libre para una sociedad libre*. Madrid: Traficantes de Sueños. Recuperado de <http://bibliotecadigital.org/handle/001/144>
- Stein, E. M. (2016). *Singular integrals and differentiability properties of functions (PMS-30)* (Vol. 30). Princeton: Princeton University Press.
- Tedesco, J. C. (2017). Educación y sociedad del conocimiento y de la información. *Revista Colombiana de Educación*, (36-37). Recuperado de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/RCE/article/view/5876>
- Organización de Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (1999). *Declaración de Santo Domingo La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción*. Santo Domingo: UNESCO.
- Organización de Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. (1999). *Declaración de Budapest. Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. En Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*. Budapest: UNESCO. Recuperado de [http://www.unal.edu.co/bioetica/documentos/a17\\_decl\\_budapest.rtf](http://www.unal.edu.co/bioetica/documentos/a17_decl_budapest.rtf)