

TIC'S, SOFTWARE LIBRE Y EDUCACIÓN MATEMÁTICA

Luis Jaime Salazar Ramírez *

* *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia,
Avenida Central del Norte. Tunja, Boyacá, Colombia. Tel.:
057-87422175*

Resumen: Los tiempos modernos han reclamado de la sociedad en general una paulatina acomodación a los recursos de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), razón por la cual Latinoamérica no puede sustraerse de tal transformación, máxime cuando la brecha digital es grande. El software libre es una opción para las instituciones que carecen de los recursos, incluso, para su sostenimiento. Es por ende que las TIC son alternativas para una mayor difusión del conocimiento, un recurso efectivo para transferencia tecnológica, un factor de modernización desde el punto de vista pedagógico y didáctico de la enseñanza de las matemáticas y una forma por medio de la cual las instituciones públicas y privadas disminuyen sus gastos en licencias.

Abstract: Modern times have claimed to society in general to a progressive accommodation of Information and Communication Technologies (ICT) resources, which is why Latin America can not escape from such a transformation, especially as the digital gap is big. Free software is an option for institutions that lack the resources, even, for it's maintain. It is thus that ICT are an alternative for increased diffusion of knowledge, an effective remedy for technology transfer, a factor of modernization in terms of teaching and learning of mathematics and a through which public and private institutions reduce their costs in licensing.

Keywords: TIC, Software Libre, Educación Matemática.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento presenta una panorámica de la necesidad del uso de las TIC en la educación, específicamente en la educación matemática, argumento esgrimido en documentos de política de

la OEI¹, UNESCO², *Consortio de Habilidades Indispensables para el Siglo XXI*³ y el Ministerio de Educación Nacional de Colombia; se presenta

¹ Organización de Estados Iberoamericanos

² La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

³ <http://www.21stcenturyskills.org/>

la educación matemática como un conjunto de acciones que propenden por el mejoramiento de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, con unas reglas bien diferenciadas respecto de otras disciplinas, las cuales es posible potenciar con apoyo en las nuevas tecnologías. El software libre, como estrategia no solo didáctico-pedagógica sino económica, es una alternativa para impulsar el desarrollo del capital intelectual de los nacionales en las instituciones educativas en los países latinoamericanos. Se hace, además, una descripción muy sucinta de algunos de los programas de software libre que están a disposición de los docentes y estudiantes de matemáticas y se realiza una reflexión de la necesidad y urgencia de integrar el software libre a las instituciones educativas del país como un elemento potenciador del desarrollo.

2. LAS TIC Y LA EDUCACIÓN

Las TIC están constituidas por diversas aplicaciones, tecnologías y servicios que utilizan variadas plataformas como la radio, la televisión y el computador, entre otros. Juegan un papel fundamental en el proceso de transferencia tecnológica puesto que se convierten en un factor clave de difusión de información y conocimiento haciendo uso de la interconectividad. Las interacciones via web se han venido consolidando en nuevos ambientes de aprendizaje (*e-learning*) los cuales han permitido que empresas, principalmente, se beneficien de las bondades que dispone la tecnología para entrenar a sus empleados.

Es reconocido el impacto que estas tecnologías han generado en el desarrollo de los países primer mundistas y que pueden generar en los países en vías de desarrollo. En este sentido, en Colombia existe el *Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones* donde se tiene declarada la siguiente misión: “En 2019 esperamos que todos los colombianos conectados e informados, estén haciendo uso eficiente y productivo de las TIC, para mejorar la inclusión social y la competitividad. En ese año Colombia estará dentro de los tres primeros países de Latinoamérica en los indicadores internacionales de uso y apropiación de TIC” [2], lo que implica que se prevén esfuerzos grandes para lograr cerrar la brecha digital que en la actualidad existe. Falta ver la cristalización a través de la voluntad política y la destinación de los recursos indispensables para que se logren las metas y se convierta en un efectivo recurso de inclusión y no al contrario.

La OEI hace referencia, precisamente, a la incorporación de las TIC en las metas de sus países miembros, Colombia es uno de ellos. Las “[...] metas que se fijan los países han sido organizadas en torno a dos grupos: 1) aquellas que se relacionan con el desarrollo de la infraestructura y el equipamiento de las escuelas y 2) las que abordan cuestiones que tiene (sic) que ver con las definiciones pedagógicas necesarias para definir el sentido de su uso en los contextos escolares” [1].

Por otro lado, el *Consortio de Habilidades Indispensables para el Siglo XXI* publicó en el 2004 una guía en la cual se recomienda un modelo educativo basado en la investigación⁴. Dentro de las habilidades de aprendizaje se destacan, relacionadas con las TIC, las de información y comunicación: información y alfabetismo en medios y habilidades de comunicación. En este mismo sentido el Ministerio de Educación Nacional publicó en el 2008 la guía “Ser competente en tecnología: una necesidad para el desarrollo!” [7], la cual contempla las competencias y desempeños por grados para el ciclo básico de enseñanza.

La UNESCO en la reciente conferencia⁵ sobre educación superior realizada en Nueva Delhi, India, emite la declaración donde se reconoce la interconexión entre la educación superior, la construcción de la nación y el desarrollo sostenible. En uno de los puntos de la declaración, el número 6, se reconoce el potencial de las TIC y el rol de las tecnologías para la ampliación del acceso a la educación superior. Los modelos tradicionales están siendo transformados hacia el *e-learning* y metodologías de enseñanza *on-line*. Se resalta la necesidad de trabajar en pos de la compartición de materiales y tecnologías para el mejoramiento y reducción de costos de la educación superior.

El Ministerio de Educación Nacional de Colombia ha publicado los *Lineamientos Curriculares para Matemáticas* [6] en los cuales se encuentra la siguiente afirmación “Las nuevas tecnologías amplían el campo de indagación sobre el cual actúan las estructuras cognitivas que se tienen, enriquecen el currículo con las nuevas pragmáticas asociadas y lo llevan a evolucionar”, lo cual no es otra cosa que la aceptación de una realidad mundial respecto de la inclusión de las TIC como herramienta de apoyo, en el menor de los casos, del proceso de enseñanza aprendizaje, o como

⁴ <http://www.eduteka.org/HabilidaddeMatematicas.php>

⁵ http://portal.unesco.org/education/es/ev.php-URL_ID=58841&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html consultado el 17 de abril de 2009

un nuevo ambiente de enseñanza aprendizaje (*e-learning*).

Según lo anterior es patente la necesidad y la inminencia de incursionar seriamente, desde la educación, en el aprovechamiento de estas tecnologías para potenciar el desarrollo educativo con un enfoque moderno, desde una mirada crítica, con visión de futuro y sobretodo de usufructo de la buena información que está disponible en la red para realizar la urgente transferencia tecnológica y reducir la brecha digital que amenaza con ser aún más profunda.

3. LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA

La educación matemática reviste medular importancia en el desarrollo científico y tecnológico de los pueblos latinoamericanos. Se debe apoyar en el desarrollo de fuertes capacidades comunicativas, de pensamiento crítico, científico y de toma de decisiones.

Miguel de Guzmán puntualiza sobre algunos aspectos de la actividad matemática:

“[...] el estudiante se] enfrenta con un cierto tipo de estructuras que se prestan a unos modos peculiares de tratamiento, que incluyen:

- a) una simbolización adecuada [...]
- b) una manipulación racional rigurosa [...]
- c) un dominio efectivo de la realidad a la que se dirige [...]" [3]

y luego, refiriéndose a la heurística de la enseñanza de la matemática o énfasis en la resolución de problemas, busca que el estudiante logre algunas facultades que lo pongan en situación no sólo de suficiencia sino también de creatividad:

“[...] que] manipule los objetos matemáticos

- que active su propia capacidad mental
- que ejercite su creatividad
- que reflexione sobre su propio proceso de pensamiento a fin de mejorarlo concientemente
- que [...] haga transferencias de estas actividades a otros aspectos de su trabajo mental
- que adquiera confianza en sí mismo
- que se divierta con su propia actividad mental

- que se prepare así para otros problemas de la ciencia y [...] de su vida cotidiana

- que se prepare para los nuevos retos de la tecnología y de la ciencia." [3].

Todos estos elementos entran a formar una gran estrategia que involucra al docente y al estudiante como agentes activos de creación y de indagación, que permitan que la educación matemática deje de ser el gran problema o la gran dificultad para los actores involucrados y se vislumbre como una oportunidad para el desarrollo científico y de la sociedad en general.

Si bien mucho de lo referente a la educación matemática está relacionado con la didáctica, no es sólo este campo el que se toca con ella; en la educación matemática se engloban elementos de la pedagogía, eventos y avances pedagógico-didácticos, congresos, simposios y en general cualquier acción tendiente al mejoramiento de la calidad de los procesos enseñanza y de aprendizaje. Es por esto que dentro de la educación matemática se está indagando más en profundidad sobre los aspectos relacionados con el *e-learning*, sus métodos, plataformas, acercamientos pedagógico-didácticos y sus objetos de aprendizaje.

La educación matemática no puede sustraerse de los desarrollos tecnológicos para preservar el *status-quo*; al contrario, como elemento dinamizador del pensamiento, la matemática es por ende un recurso y un medio para la concreción de nuevos pensadores, con un interés más científico, más directo con los problemas que plantea la realidad, más apasionados por entender el entorno que los rodea. En este sentido las herramientas de software que se integren a la enseñanza de los conceptos de la matemática son bienvenidas y aplaudidas con toda seguridad por los estudiantes y permiten generar en ellos inquietud y ganas de explorar a través de una herramienta que ya dominan para fines, en un buen número de casos, puramente distractores.

4. SOFTWARE LIBRE

4.1 Filosofía

El término “software libre” se refiere a libertad, tal como fue concebido por Richard Stallman⁶. En concreto se refiere a cuatro libertades:

⁶ Fundador de la *Free Software Foundation*

1. Libertad para ejecutar el programa en cualquier sitio, con cualquier propósito y para siempre.
2. Libertad para estudiarlo y adaptarlo a las necesidades propias. Esto exige el acceso al código fuente.
3. Libertad de redistribución, de modo que permita colaborar con vecinos y amigos.
4. Libertad para mejorar el programa y publicar las mejoras. También exige el código fuente.

Un programa es software libre si los usuarios tienen todas estas libertades; puede redistribuir copias al público con o sin modificaciones, gratis o cargando una tasa para distribución a cualquiera en cualquier lugar, siendo libre de hacerlo mientras que no tenga que preguntar o pagar por un permiso.

Estas libertades, las cuales van en contravía con las corrientes comerciales de patentes, garantizan que los usuarios tengan la posibilidad de urgar en el código fuente de los programas, modificarlos, adaptarlos y redistribuirlos sin inconveniente, siempre y cuando no se cambie el acuerdo de licencia GPL⁷.

En consonancia con el movimiento del software libre se encuentra el de “cultura libre” el cual aboga por libertades para usar trabajos artísticos, educativos, software, artículos y cualquier otro trabajo que pueda ser representado en forma digital⁸, de manera que se garantice:

1. Libertad para usar y disfrutar los beneficios del uso.
2. Estudiar el trabajo y aplicar el conocimiento adquirido.
3. Redistribuir copias del mismo completas o en parte.
4. Hacer cambios y mejoras y distribuir los trabajos derivados.

Hacer libre un trabajo no implica la pérdida de todos los derechos por parte del autor pero en cambio otorga a otros las cuatro libertades enunciadas anteriormente.

La filosofía del software y cultura libres posibilita el desarrollo de los pueblos inmersos en atraso. El acceso a tecnología, conocimiento y expresiones artísticas, sólo es posible a través de la “cultura libre”, en un buen número de casos, puesto que se comprometerían recursos destinados a inversión social en compra de derechos de explotación o

licencias. Si bien grandes avances han surgido de multinacionales también es cierto que una minoría se ha beneficiado de ello; no es gratis que el 59% de las riquezas esté concentrada en el 6% de la población⁹, la causa no puede ser endilgada exclusivamente a las multinacionales pero el desarrollo en los dos últimos siglos, seguramente, no habría sido posible si los científicos de la época hubiesen tenido que pagar por el conocimiento a sus colegas.

Es un asunto de libertad y a su vez es un asunto de brindar posibilidades a los pueblos menos desarrollados aprovechando la “generosidad intelectual” de muchos científicos del mundo que quieren compartir su conocimiento a quien esté en la posibilidad de leerlo, entenderlo, modificarlo y de igual manera retransmitirlo para otros como herencia intelectual.

4.2 Software libre y educación

La *Free Software Foundation (FSF)*, con el apoyo de la UNESCO desde 2001, ofrece un directorio de software libre cuyo inventario incluye herramientas de audio, web, científico, matemático, estadístico, etc., que permiten que el usuario tenga una amplia gama de programas para poner en funcionamiento en la máquina desde el momento en que así lo decida.

En el libro *Guía Práctica de Software Libre*[5] de Fernando Da Rosa, puntualiza respecto de su uso en la educación, hace énfasis en la libertad y la apropiación de nuevas tecnologías e innovación, su adaptabilidad a las necesidades propias locales, la participación en la construcción, adaptación y uso de programas, ventajas respecto del prácticamente ausente costo para los centros educativos permitiendo reorientar recursos que de otro modo pararían en las arcas de las multinacionales de software privativo; erradicación la piratería, ganancia en seguridad y estabilidad de los sistemas, etc.

Desde el punto de vista pedagógico se le enseña al estudiante que las cosas no están acabadas, que los aportes que él puede hacer son valiosos, se despierta el sentido de cooperación y difusión del conocimiento, posibilita la investigación, el detenimiento en detalles y aspectos que el software privativo no permite (suprosos y resultados de líneas de código individual), etc.

⁷ *General Public Licence*

⁸ <http://freedomdefined.org/Definition>

⁹ http://www.miniature-earth.com/me_spanish.htm

Desde el punto de vista de los utilitarios disponibles en la red se encuentran posibilidades de explotación de programas a nivel de geometría, química, física, matemáticas, estadística, teoría de grafos, economía, etc., una variedad de programas que no tienen costo financiero pero que lo único que exigen es documentarse, probar, desechar, replantear, si le es posible construir módulos o modificar los programas, etc., todo dependiendo del interés y el grado de profundización en los mismos que el estudiante quiera explorar y que el maestro sea capaz de motivar.

4.3 Software libre en matemáticas

En matemáticas hay un listado amplio del que aquí se destaca:

Maxima. Sistema de Algebra por computador¹⁰.

Es un sistema para la manipulación de expresiones simbólicas y numéricas, incluye diferenciación, integración, expansión en series de Taylor, transformadas de Laplace, ecuaciones diferenciales ordinarias, sistemas de ecuaciones lineales, vectores, matrices y tensores; produce resultados de coma flotante con precisión arbitraria, fracciones exactas y gráficas de funciones en dos y tres variables.

Existe una lista de correo de los usuarios de Maxima donde se pueden bajar algunos manuales preparados por docentes de matemáticas y aclarar dudas respecto del uso del programa. Una captura de pantalla de un *front-end* (wxMaxima) se puede apreciar en la figura 1.

Octave. Un clon de MATLAB[®] con licencia GPL, principalmente orientado hacia el cálculo numérico, posee una interfaz de comandos para la resolución de problemas lineales y no lineales y para la realización de otros experimentos utilizando un lenguaje de programación que es en su mayoría compatible con MATLAB. Algunas iniciativas intentan dotar a Octave de un entorno similar al SIMULINK[®] para experimentos de simulación a través de componentes visuales pero están aún en una edad muy temprana de desarrollo. Una captura de pantalla se tiene en la figura 2.

Scilab. Un clon de MATLAB[®]. Es un paquete software científico para cálculos numéricos que provee una plataforma abierta para aplicaciones científicas y de ingeniería. De igual forma es una plataforma de programación en un lenguaje de

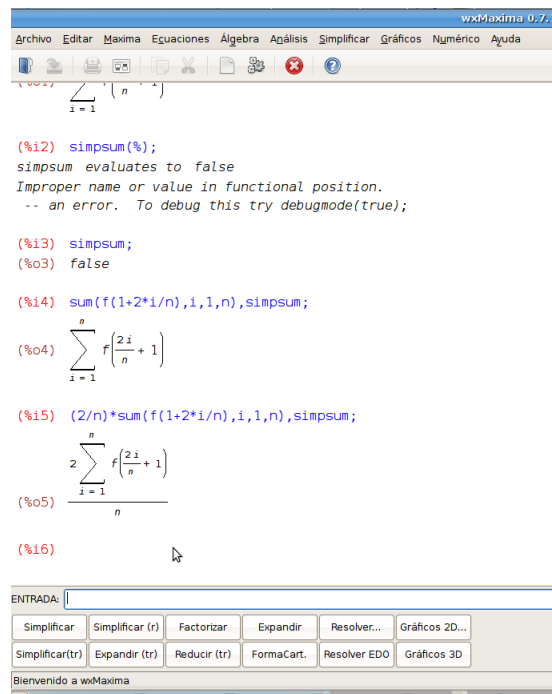


Figura 1. Front-end de Maxima

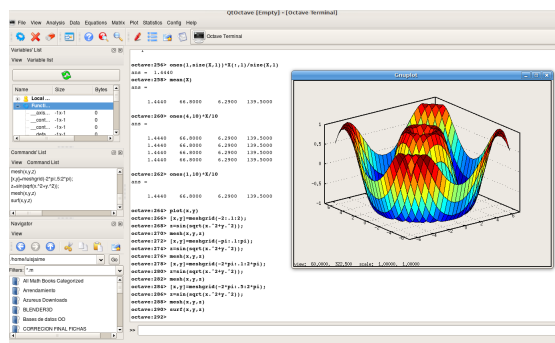


Figura 2. Octave - captura de pantalla

alto nivel que soporta la sobrecarga de operadores. Tiene un buen número de *toolboxes*¹¹ tales como:

- Gráficos 2-D, 3-D y animación.
- Algebra lineal y matrices dispersas.
- Polinomios y funciones racionales.
- Interpolación y aproximación.
- Simulación: ODE¹² solver y DAE¹³ solver.
- Scicos: un modelador y simulador híbrido de sistemas dinámicos.

¹¹Extensiones de las funcionalidades para campos muy específicos

¹²Ordinary Differential Equation

¹³Digital Audio Extraction

¹⁰<http://Maxima.sourceforge.net/old/Maxima.html>. Consultado el 15 de abril de 2009

- Control clásico y robusto. Optimización LMI¹⁴.
- Optimización diferenciable y no diferenciable.
- Procesamiento de señales.
- Metanet: gráficas y redes.
- Scilab paralelo.
- Estadística.
- Interfaz con álgebra por computador: paquete Maple para generación de código Scilab.
- Interfaces con Fortran, Tcl/Tk, C, C++, Java, LabVIEW.
- y un amplio número de contribuciones en variados dominios¹⁵.

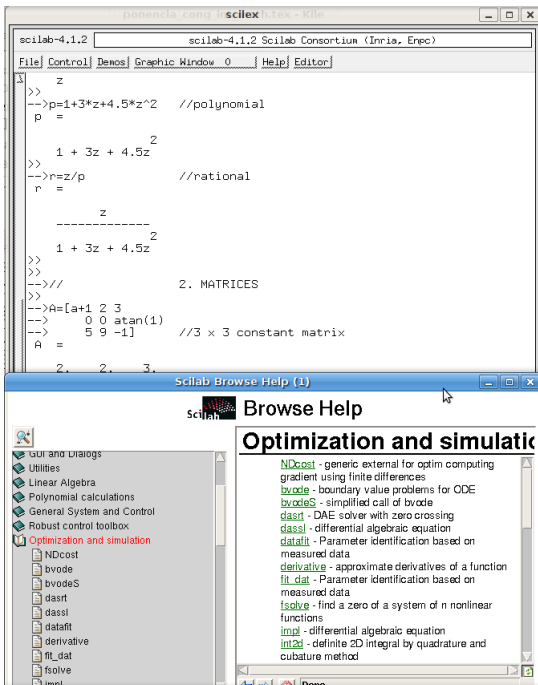


Figura 3. Scilab

Euler. Sistema numérico al estilo MATLAB pero no es clon del mismo. Corre sobre sistemas Unix /Linux, es un programa para cálculo rápido interactivo al estilo Matlab, Octave, etc.

Algunas características:

- Números reales, complejos y escalares de intervalo, matrices.
- Un lenguaje de programación con variables locales, valores por defecto para parámetros, número variable de parámetros y paso de funciones.
- Gráficas en dos y tres dimensiones.

- Gráficas de densidad y de contorno.
- Animaciones:
- Integración y diferenciación numérica.
- Pruebas y funciones estadísticas.
- Ecuaciones diferenciales numéricas.
- Métodos de intervalos.
- Funciones minimizadoras (Brent, Nelder-Mean),
- Algoritmo Simplex.
- Interpolación y aproximación.
- Determinación de raíces de polinomios.
- Transformada rápida de Fourier (TTF).
- Un producto escalar exacto utilizando un acumulador largo.
- Exportación de gráfica a Postscript.

en la figura 4 se puede apreciar una captura de pantalla del programa en funcionamiento.

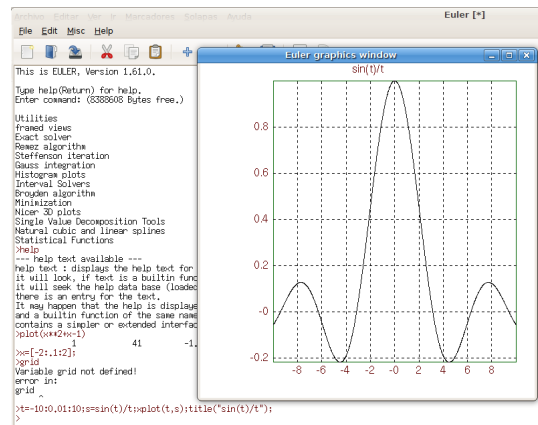


Figura 4. Euler

R. Programa estadístico que utiliza un lenguaje de programación derivado de S, desarrollado por los laboratorios Bell. R proporciona una amplia variedad de técnicas estadísticas (modelado lineal y no lineal, pruebas clásicas estadísticas, análisis de series de tiempo, clasificación, *clustering*, etc.) y de igual forma técnicas gráficas para el análisis de datos.

Una de las fortalezas es la calidad con la que se pueden producir gráficas bien diseñadas y de alta definición incluyendo símbolos matemáticos y fórmulas donde sea necesario. Una muestra del *front-end* creado para KDE de linux se aprecia en la figura 5.

Dr. Geo. Es un programa orientado hacia la geometría plana con un enfoque dinámico. Tiene la posibilidad de crear *scripts* y animaciones de las construcciones geométricas. Es un programa que busca ser una alternativa para software comercial como Cabri Geometre 2D. Está licenciada bajo licencia GPL.

¹⁴Linear Matrix Inequalities

¹⁵http://www.scilab.org/platform/index_platform.php?page=features consultado el 19 de abril de 2009

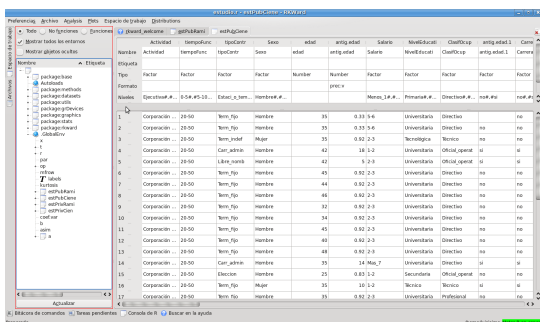


Figura 5. R con interfaz KDE

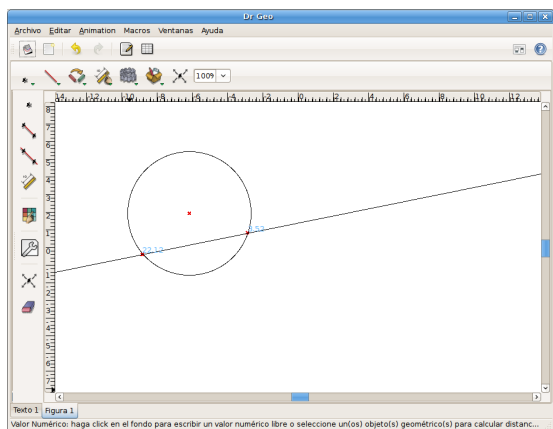


Figura 6. Dr. Geo

Los programas enunciados anteriormente son sólo una muestra del amplio número de aplicaciones que están disponibles en la red en su mayoría con soporte multiplataforma, es decir, con posibilidad de instalarlos en plataformas Unix/Linux o en sistemas como Windows[®] y Mac[®].

5. SIMBIOSIS DESEABLE Y NECESARIA

La simbiosis entre educación matemática y herramientas de las TIC, específicamente software libre, no solo es deseable sino que además es necesaria para imprimir modernidad, pero principalmente para aprovechar las posibilidades pedagógico-didácticas que dan las nuevas tecnologías al desarrollo de los contenidos en geometría, análisis matemático, álgebra lineal, cálculo multivariado, etc., los cuales se ven reflejados en nuevas posibilidades para los estudiantes, para que exploren otros derroteros, para que se diviertan con el descubrimiento, para que generen nuevas ideas que le impriman nuevos bríos a la innovación y la investigación.

5.1 Sociedad y el software libre

La simbiosis software libre y sociedad se ha dado con éxito en comunidades de España dando como resultado, incluso, nuevas distribuciones adaptadas a las necesidades propias de estas regiones tal es el caso de Guadalinex¹⁶ apoyada por la Junta de Extremadura y la Junta de Andalucía. De igual manera países como Brasil, Venezuela, India, Suráfrica, China, Cuba y Corea del Sur han optado por incorporar el software libre como plataforma en entidades gubernamentales, lo cual ha afectado positivamente a sectores educativos, de participación electoral y de servicios.

5.2 Ahorro y software libre

El ahorro derivado de la utilización del software libre posibilita que todos, estudiantes y usuarios en general, tengan las herramientas software puesto que no hay problemas de licencia, no hay limitantes en el número de usuarios; en resumidas cuentas es software libre.

Los recursos que se dejan de gastar en software propietario bien pueden reorientarse para adecuación de laboratorios de cómputo (actualización del hardware) u otros laboratorios que revistan necesidad medular: centros de práctica, patrocinio en la participación en congresos, simposios o encuentros de carácter científico, potenciar los grupos de investigación a través de inversión en bibliografía y elementos propios del quehacer investigativo, todo en pos de la búsqueda y potencialización de las capacidades de adquisición, compartición y modificación del conocimiento por parte de los estudiantes en los centros educativos de nivel básico, medio y superior o, por otro lado, reorientar este gasto en procesos que sean más fructíferos en la gestación y la implantación de las TIC en las empresas o el hogar.

5.3 Inversión en el capital intelectual

Motor de desarrollo es el capital intelectual de un pueblo. No puede hablarse de desarrollo si las mentes de los ciudadanos no están colmadas de buena fundamentación, de posibilidades de

¹⁶Una versión del sistema operativo linux que busca ser un "instrumento para el impulso de la Sociedad del Conocimiento en Andalucía"; entre otros aspectos contemplados. Para mayor información dirigirse a <http://www.guadalinex.org/que-es-guadalinex>

desarrollar sus potencialidades. El software libre brinda esta posibilidad desde el mismo momento en que el usuario tiene la libertad para estudiar y modificar el código fuente de una aplicación; la ingeniería de sistemas es la principal beneficiada en esta área; en el sector de ofimática las aportaciones de la comunidad han hecho que los programas utilitarios para oficina alcancen niveles comparables y en algunos casos superiores a los programas propietarios sin que el usuario tenga que incurrir en costo adicional a la curva de aprendizaje, que es innegable que para algunos programas es grande pero para otros no lo es tanto, con la consecuente ventaja de la portabilidad de datos, incluso, hacia programas propietarios cuyos formatos son restringidos.

6. CONCLUSIONES

Las TIC son reconocidas como elementos dinamizadores de la sociedad en general, en particular del quehacer educativo, por organizaciones cuyas políticas son determinantes en los países desarrollados y subdesarrollados; por ende no es sano hacerse “de la vista gorda” para su aprovechamiento en el ámbito educativo. Una adecuada inversión en las TIC y un decidido abandono del software propietario, en los casos donde sea posible hacerlo, en favor del software libre, son alternativas para una mayor difusión del conocimiento y de concreción de la transferencia tecnológica en los países latinoamericanos. La educación matemática se debe convertir en un área privilegiada por las transformaciones en la concepción de la enseñanza puesto que cuenta con herramientas de software libre que posibilitan su explotación en favor del pensamiento analítico y crítico. El ahorro derivado del uso de software libre hace posible la inversión en otros campos cuyas necesidades son prioritarias a nivel social, particularmente en lo referido a la educación, la modernización de centros de cómputo, laboratorios y centros de investigación son sólo algunos de los beneficios que se cristalizan con su adopción. La mejor inversión que un gobierno, local o nacional, puede hacer es en el capital intelectual; por ende, es una apuesta valiosa y necesaria para concretar la simbiosis educación, matemática-software libre y desarrollo e incursionar en áreas que permitan la indagación, el uso libre de conocimiento, cultura y tecnología, la creatividad, la modificabilidad y la expresión de las inquietudes científicas y no científicas de los ciudadanos y desmatricular las instituciones

educativas, gubernamentales y de servicios de las multinacionales de software propietario.

Queda por realizar una aproximación más detallada en Colombia sobre el impacto que traería a nivel financiero y de desarrollo la adopción de sistemas abiertos en sus instituciones educativas, gubernamentales y participativas tal como lo han hecho países como Brasil, Corea, comunidades autónomas de España, etc. para verificar o desvirtuar las bondades expuestas en este documento.

REFERENCIAS

- [1] OEI. Metas Educativas 2021: La educación que queremos para la generación de los bicentenarios. Documento de debate primera versión. Madrid. 2008.
- [2] MINISTERIO DE COMUNICACIONES. Plan Nacional Plan Nacional de Tecnologías de la información y las Comunicaciones. Bogotá. 2008.
- [3] DE GUZMAN, Miguel. Enseñanza de las ciencias y la matemática. <http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm#A>. Consultado el 15 de abril de 2009.
- [4] Free Software Foundation. <http://directory.fsf.org/>. Consultado el 14 de abril de 2009.
- [5] DA ROSA, Fernando y HEINZ, Federico. Guía práctica de software libre. Su selección y aplicación local en América Latina y el Caribe. UNESCO. 2007.
- [6] MEN. Lineamientos curriculares para matemáticas. Educación Básica y Media. Bogotá. 1998.
- [7] MEN. Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología: ¡una necesidad para el desarrollo!. Imprenta Nacional. Colombia. 2008