



REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM

<https://revista.amiutem.edu.mx>

Publicación periódica de la Asociación Mexicana de Investigadores
del Uso de Tecnología en Educación Matemática
Volumen XII Número 2 Fecha: julio-diciembre de 2024
ISSN: 2395-955X

Directorio

Rafael Pantoja R.

Director

Eréndira Núñez P.

Lilia López V.

Sección: Artículos de
investigación

Elena Nesterova

Alicia López B.

Verónica Vargas Alejo

Sección: Experiencias

Docentes

Esnel Pérez H.

Armando López Z.

Sección: GeoGebra

EN BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS: SOFTWARE LIBRE PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS

José Francisco Villalpando Becerra, Rafael Pantoja Rangel

francisco.villalpando@academicos.udg.mx, proferpantoja@gmail.com

Universidad de Guadalajara

Para citar este artículo:

Villalpando, J. y Pantoja, R. (2024). En búsqueda de alternativas: Software libre para enseñar matemáticas. *REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM*, XII (2), 52-64.

REVISTA ELECTRÓNICA AMIUTEM, Año XII, No. 2, julio-diciembre de 2024, Publicación semestral editada por la Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática A.C Universidad de Guadalajara, CUCEI, Departamento de Matemáticas, Matemática Educativa. B. M. García Barragán 1421, Edificio V Tercer nivel al fondo, Guadalajara, Jal., S.R. CP 44430, Tel. (33) 13785900 extensión 27759. Correo electrónico: revista@amiutem.edu.mx. Dirección electrónica: <http://revista.amiutem.edu.mx/>. Editor responsable: Dr. Rafael Pantoja Rangel. Reserva derechos exclusivos No. 042014052618474600203, ISSN: 2395.955X, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Asociación Mexicana de Investigadores del Uso de Tecnología en Educación Matemática A.C., Antonio de Mendoza No. 1153, Col. Ventura Puente, Morelia Michoacán, C.P. 58020, fecha de última modificación, 10 de julio de 2016. Las opiniones expresadas en los artículos firmados es responsabilidad del autor. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes siempre y cuando se cite la fuente y no sea con fines de lucro. No nos hacemos responsables por textos no solicitados.

EN BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS: SOFTWARE LIBRE PARA ENSEÑAR MATEMÁTICAS

Resumen

En años recientes ha ocurrido una transformación en la manera de enseñar matemáticas. La disponibilidad de computadoras cada vez más poderosas tanto en los hogares como en las escuelas, combinada con una amplia gama de software libre diseñado específicamente para las matemáticas, ha generado cambios metodológicos significativos y positivos en la enseñanza de esta disciplina. Las computadoras ofrecen un valioso laboratorio matemático que permite experimentar, desarrollar la intuición, hacer conjeturas, comprobar y demostrar, entre otras cosas. Por lo tanto, el software libre se ha transformado en una herramienta didáctica invaluable. Además, en el ámbito de la investigación matemática, también existen programas específicos que se han convertido en recursos poderosos proporcionados por la tecnología. Estos permiten que las computadoras sean aliadas invaluable para los docentes e investigadores. En este sentido, la presente investigación presenta una selección de programas que pueden ser utilizados tanto para la enseñanza como para la investigación en matemáticas. Se destacarán algunas de las principales ventajas de utilizarlos, con el propósito de dar a conocer diversas alternativas de software libre disponible.

Palabras clave: Código abierto, enseñanza de las matemáticas, software libre.

Abstract

In recent years, there has been a transformation in the way mathematics is taught. The availability of increasingly powerful computers in both homes and schools, combined with a wide range of open-source software specifically designed for mathematics, is bringing about significant and positive methodological changes in the teaching of this discipline. Computers provide a valuable mathematical lab that allows for experimentation, intuition development, conjecturing, verification, and demonstration, among other activities. Therefore, open-source software has become an invaluable educational tool. Moreover, in the field of mathematical research, there are also specific programs that have become powerful resources provided by technology. These programs enable computers to serve as invaluable allies for teachers and researchers. In this regard, a selection of such programs will be presented, which can be used both for teaching and research in mathematics. Some of the main advantages of using them will be highlighted, with the aim of introducing various open-source software alternatives.

Keywords: open source, mathematics teaching, free software.

Introducción

Durante más de tres décadas, es costumbre que los proveedores de software, incluyendo el matemático, dicten las condiciones de uso, incluso llegando a prohibir compartirlo con otras personas (González et al., 2003). Este tipo de software a menudo no se ajusta completamente a las necesidades requeridas y carece de la posibilidad de corregir errores por cuenta propia, dependiendo en su lugar a las correcciones realizadas por el fabricante. Sin embargo, esta situación no es inevitable, siendo el software libre quien otorga la libertad que los programas de tipo comercial no proporcionan.

La noción de software libre se centra en la idea de libertad. En su inicio, se establecieron los principios fundamentales que otorgan al usuario un conjunto de libertades y derechos (Valenzuela, et al., 2018). Ascheri, et al. (2014, p. 5) mencionan que los software libres son “aquellos programas que permiten al usuario ejecutar, estudiar, redistribuir y mejorar el software”. González et al. (2003) y Salazar (2009) abundan en el tema y señalan que, en particular, hay cuatro libertades sobre este tipo de programas:

- Libertad de ejecutarlos en cualquier lugar, con cualquier propósito y de forma permanente.
- Libertad de estudiarlos y adaptarlos según las necesidades particulares. En esta libertad se requiere tener acceso al programa fuente.
- Libertad de redistribuirlos, permitiendo la colaboración con otros y compartirlos con amigos.
- La libertad de mejorarlos y publicar esas mejoras realizadas. También en esta libertad se exige el programa fuente.

Dichas libertades requieren que el programa proporcione el código fuente. Para asegurar el cumplimiento de estas libertades dentro del marco legal, se utiliza una licencia que establece tanto las libertades como las restricciones compatibles con ellas. Por ejemplo, puede requerir que se reconozca y dé crédito a los autores originales al redistribuir el programa. Incluso puede establecer la obligación de que las mejoras realizadas en programas de otros también sean de código libre, fomentando de esta manera la producción de software libre de mejor calidad.

En resumen, se puede afirmar que el software libre:

- No debe confundirse con software gratuito.
- No se basa en el precio sino en la libertad.
- No se trata de tecnología, sino de derechos.
- La licencia bajo la cual se distribuye un programa es lo que determina si es considerado como software libre o no.

Referente teórico

De acuerdo con González et al. (2003) existen diversos conceptos relacionados con el software libre, entre los principales se pueden destacar:

a) Open source software

Es un concepto equivalente a software libre, este fue impulsado por la Open Source Initiative. Aunque existen diferencias filosóficas entre ellos, ya que el enfoque del código abierto se centra en la accesibilidad del código fuente no en sus libertades. Entre la amplia variedad de programas pertenecientes a este tipo de software se pueden mencionar a LibreOffice: software ofimático; GIMP: editor de imágenes; Apache NetBeans: entorno de desarrollo; Mozilla Firefox: navegador web; WordPress: plataforma de administración de contenido web; Bootstrap: ambiente de desarrollo; PDFCreator: convertidor de PDF; OpenShot Video Editor: editor de vídeo; Brave: navegador web, entre otros.

b) Freeware

Por lo general, este tipo de programas son entregados en forma de código binario y permite distribuirlo nuevamente. No obstante, en ocasiones solo está disponible en un sitio oficial, siendo utilizado principalmente como una estrategia para difundir otros servicios o programas. Entre el software de este tipo se pueden mencionar a Kaspersky Free Antivirus: antivirus; VLC Media Player: reproductor multimedia; 7-zip: compactador-descompactador; Audacity: editor de audio; Tweaker: personalizador de Windows; CCleaner: limpieza y optimización; BitDefender Anti-Ransomware: antivirus; etc.

c) Shareware

Este concepto, es diferente de *freeware*, ya que los programas no son completamente gratuitos en todo momento, sino más bien se trata de una forma de distribución. Generalmente no se proporciona el código fuente, pero pueden ser copiados, mas no utilizado de manera continua sin pagar por ellos. El requerimiento de pago puede estar motivado por funciones limitadas, mensajes publicitarios o apelando a la moral del usuario. Su distribución permite probar el software antes de adquirirlo. Ejemplos de este tipo de software son Winrar: compactador-descompactador; EASEUS Partition Master: particiona en el disco duro; Malwarebytes: antivirus; Paint shop Pro: editor de imágenes; etc.

d) Charityware

También conocido como *goodware*, *helpware* o *careware*. En general, es una combinación entre *freeware* y *shareware*, con la particularidad de que se solicita una donación no obligatoria para un organismo benéfico patrocinado. Este tipo de programas suelen estar disponibles sin el código fuente, pero se permite su copiado libremente. Un ejemplo de este tipo de software es Vim, que solicita una aportación caritativa voluntaria para los niños de Uganda. Otros ejemplos son: MJ's CD Archiver: grabador de CR; DateBj: gestión de agenda; Screenpeace: protector de pantalla; Careware CKEditor 4: editor HTML; Flat UI Free: desarrollo de sitios Web; etc.

e) Dominio público

Se utiliza para referirse a la situación en la cual el autor de un trabajo renuncia por completo a sus derechos sobre el programa y los transfiere en beneficio de la sociedad. Esta renuncia debe estar explícitamente establecida en el programa. Además, también hace referencia a aquellos programas cuyos derechos de propiedad intelectual han expirado, generalmente 50 años después del deceso del autor (Vargas, 2021). Algunos ejemplos de software de dominio público son: SQLite: manejador de bases de datos; I2P: proyecto de red; SHA-3: estándar de seguridad; entre otros.

f) Adware

Se refiere a programas que son completamente gratuitos, pero incluyen publicidad en forma de banners o pop-ups. Estos programas suelen ser distribuidos sin los archivos fuente y se pueden copiar libremente. Muchos videojuegos gratuitos son de este tipo. Un ejemplo notable es la red social Facebook, la cual presenta anuncios publicitarios como parte de su funcionamiento. Otro ejemplo es el videojuego Catapult Quest, el cual también presenta publicidad al terminar cada nivel.

g) Abandonware

Este concepto es poco utilizado, se refiere a programas que están fuera de catálogo o son complicados de conseguir debido a su antigüedad, desaparición o cambios en la compañía que desarrollo el programa, declaración de quiebra u otras razones que generan un estado legal incierto. En estos casos, se entiende que el software ya no será distribuido y su descarga sin fines de lucro, que difiere de su distribución gratuita, no causará ningún perjuicio monetario. Generalmente, este tipo de programas se pueden localizar libremente en la Web, ya que ha dejado de poseer derechos de autor. Un ejemplo común de esto son los compiladores como Cobol, QBASIC, Algol, ADA, Modula, entre otros.

h) Copyleft

Se trata de una forma específica de software libre en la que la licencia impone la condición de que las modificaciones realizadas sean distribuidas también de forma libre. Un caso destacado es el de este tipo de programas es el conocido compilador GCC (GNU Compiler Collection) utilizado por el lenguaje de programación C++.

Es crucial destacar que, si el software libre se hubiera limitado únicamente al dominio público, eventualmente habría caído bajo el control de alguna empresa comercial.

Metodología

Después de realizar diferentes investigaciones y búsquedas en Internet, se pudo identificar la existencia de diversos programas que cumple con los requisitos deseados, es decir, software libre específicamente diseñado tanto para la docencia como para la investigación en matemáticas.

Una vez identificados dichos programas, se procedió a su descarga, posteriormente se procedió a analizar su origen y verificar la validez de su licencia. Se establecieron criterios mínimos sugeridos para considerar que estos programas fueran viables, los cuales se mencionan a continuación:

- Ser un software libre específicamente diseñado ya sea para la enseñanza o la investigación en matemáticas.
- Contar con manuales de usuario y documentación que facilite su instalación. En caso de no contar con ellos, se requiere que haya información disponible sobre cómo llevar a cabo la instalación.
- Disponer de un asistente de instalación, o en su defecto, que la instalación sea sencilla y fácil de realizar.
- Ser compatible con diferentes sistemas operativos, de modo que pueda ser instalado en una variedad de plataformas.

Resultados

A continuación, se proporcionará la relación de diversos programas identificados para la enseñanza o la investigación en matemáticas que son software libre. El objetivo es demostrar que hay una gran diversidad programas libres que son una alternativa a otros programas comerciales que pudieran ser más conocidos. Se han organizado y clasificado según su

campo de competencia en las diferentes ramas de las matemáticas. Cabe destacar que esta clasificación no se fundamenta en el tipo de licencia de uso del software libre.

Es importante destacar que hay programas que comparten más de un área de la matemática, sin embargo, se mencionará la principal en cada caso. Además, debido a limitaciones de espacio, no se proporcionarán descripciones detalladas de las características específicas de cada programa.

La mayoría de estos programas pueden ser utilizados en una computadora personal convencional, y algunos también son compatibles con Macintosh. Además, la mayoría de ellos están diseñados para funcionar en sistemas operativos Windows, aunque varios de ellos son multiplataforma y pueden ser ejecutados en otros sistemas operativos.

A continuación, se muestran algunas de las principales áreas de la matemática junto con una breve descripción de su ámbito de competencia, además de una tabla que incluye, para cada área, las alternativas libres más utilizadas. Para cada una se muestra su nombre, logotipo, enlace oficial de descarga, tamaño en Mega bytes (Mb), tipo de computadora para su ejecución y el sistema operativo compatible. Esto se presenta con el fin de que cada persona pueda seleccionar la que considere mejor para sus requerimientos y necesidades (Da Rosa, et al., 2007).

a) Sistemas de álgebra computacional: alternativas libres

Los sistemas de álgebra computacional, también conocidos como programas de álgebra computacional, son aplicaciones que permiten ejecutar operaciones simbólicas en matemáticas tales como simplificación de expresiones algebraicas, solución de sistemas de ecuaciones lineales, multiplicación y factorización de polinomios, integración, diferenciación, manipulación de vectores y matrices, entre otros (De Nápoli, 2009).

Los principales programas comerciales de esta categoría son Mathematica® y Maple®, cuyos precios oscilan alrededor 3,230 y 2,990 dólares respectivamente. Estas herramientas son ampliamente utilizadas por matemáticos, investigadores, ingenieros y otros científicos.

No obstante, existen numerosas alternativas de software libre en esta categoría, como Maxima, Sage, PariGP, Mathomatic, Yacas, Xcas, Axiom, Reduce, entre otros (Tabla 1). Estos programas de propósito general cubren campos de la matemática tales como álgebra, cálculo, geometría analítica.

Tabla 1. Sistemas de álgebra computacional: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
Maxima	maxima.sourceforge.io	142	1, 2	1, 2, 3
Sage	sagemath.org	455	1, 2	1, 2, 3
PariGP	pari.math.u-bordeaux.fr	98	1	1, 3
Mathomatic	github.com/mfillpot/mathomatic	16 (fuentes)	1, 2	1, 2, 3

Yacas	yacas.org	37 (fuentes)	1, 2	1, 2, 3
Xcas	www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse	163	1, 2	1, 2, 3
Axiom	axiom-developer.org	159	1, 2	2, 3
Reduce	reduce-algebra.com	50	1, 2	1, 2, 3

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

b) Cálculo Numérico: alternativas libres

Otra área de las matemáticas es el cálculo numérico, este se ocupa de describir, analizar y desarrollar algoritmos de tipo numérico para solucionar problemas que involucran cálculos numéricos con cierta precisión, cabe mencionar que los límites de esta área no son completamente precisos.

En el ámbito comercial, Matlab® (abreviatura de Matrix Laboratory) es el programa más destacado para el cálculo numérico, reconocido por su potencia pero también por su elevado costo, que supera los 7,500 dólares.

Sin embargo, existen numerosas alternativas libres en esta categoría que son igualmente potentes y funcionales, e incluso superan a Matlab en ciertos aspectos (Willging, et al., 2008). Entre las opciones más populares se encuentran SciLab, GNU Octave, Wiris, FreeMat, Euler Math Toolbox, Numpy y Scipy (son bibliotecas para el lenguaje de programación Phyton), GNU Scientific Library, Euler, entre otros (Tabla 2). Estos programas ofrecen herramientas robustas y eficientes para llevar a cabo cálculos numéricos con gran precisión y versatilidad.

Tabla 2. Cálculo Numérico: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
SciLab	scilab.org	171	1, 2	1, 2, 3
GNU Octave	octave.org	380	1, 2	1, 2, 3
Wiris	wiris.net/educa.madrid.org/wiris/es	On-line	1, 2	1, 2, 3
FreeMat	freemat.sourceforge.net	54	1, 2	1, 2, 3
Euler Math Toolbox	eumat.sourceforge.net	106	1, 2	1, 2, 3
Numpy	numpy.org	12.8	1, 2	1, 2, 3
Scipy	scipy.org	25	1, 2	1, 2, 3
GNU Scientific Library	gnu.org/software/gsl	7.4	1	3
Euler	euler.sourceforge.net	1.5	1, 2	1, 2, 3

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

c) Representación gráfica de funciones: alternativas libres

La representación gráfica de funciones es una tarea que se aprende a partir de la educación secundaria, donde trazamos gráficas de funciones constantes, lineales, cuadráticas, entre otras. A medida que avanzamos en niveles educativos, también debemos determinar el dominio y codominio de las funciones, así como identificar si son crecientes o decrecientes, entre otros aspectos.

Los programas dedicados a esta tarea son, sin duda, los más numerosos y fueron precursores en el ámbito de las alternativas libres para matemáticas. Actualmente, hay una amplia gama de software libre disponible en Internet para la representación gráfica de funciones, siendo estos cada vez más potentes y versátiles.

Aunque todos los programas de tipo comercial para matemáticas, tales como Matlab[®], Mathematica[®], Maple[®], MathCad[®], entre otros, contienen diversas aplicaciones para la representación gráfica de funciones, tienen la desventaja de su elevado costo.

En esta categoría, hay numerosas alternativas libres, tales como Graph, GrafEq, Deriva, GraphSight Junior, Winplot, FooPlot, Labplot, Desmos, GnuPlot, Zhu3D, entre muchas otras (Tabla 3). Estos programas ofrecen una amplia variedad de funciones y características para explorar y visualizar de manera efectiva las funciones matemáticas.

Tabla 3. Representación gráfica de funciones: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
Graph	padowan.dk	9.6	1, 2	1, 2
GrafEq	peda.com/grafeq	2.4	1, 2	1, 2
Deriva	xtec.es/~jlagares/matemati.htm	0.4	1	1
GraphSight Junior	graphsight-junior-v-1-0.software.informer.com	0.41	1	1
Winplot	math.exeter.edu/rparris/winplot.html	0.81	1	1
FooPlot	pfortuny.net/fooplot.com	On-line	1, 2	1, 2, 3
Labplot	labplot.sourceforge.net	164	1, 2	1, 2, 3
Desmos	desmos.com	On-line	1, 2	1, 2, 3
GnuPlot	sourceforge.net/projects/gnuplot/files/gnuplot/	67	1, 2	1, 2, 3
Zhu3D	www.kde-apps.org	7.2	1	1

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

d) Procesadores geométricos: alternativas libres

Los procesadores geométricos (o programas de geometría dinámica) son programas diseñados específicamente para trabajar con construcciones y representaciones geométricas. Estas herramientas permiten a los usuarios explorar y visualizar de forma interactiva conceptos y propiedades geométricas en un entorno digital (Villalpando et al., 2010).

A través de los programas de geometría, los estudiantes pueden realizar construcciones geométricas, trazar líneas, ángulos, polígonos y otras formas, y experimentar con sus propiedades y transformaciones. Estas aplicaciones ofrecen una forma dinámica de aprender y comprender los principios de la geometría, ya que permiten realizar cambios y observar cómo afecta a las figuras y relaciones geométricas.

Estos programas pueden ser utilizados tanto en entornos educativos como en entornos profesionales, ya que brindan herramientas para resolver problemas geométricos y realizar investigaciones en este campo. Además, muchos de estos programas también ofrecen funcionalidades avanzadas, como cálculos de áreas y volúmenes, trazado de gráficos y representaciones en tres dimensiones.

Ya sea que se utilicen de forma local en una computadora o a través de plataformas en línea, los procesadores geométricos proporcionan una forma interactiva y visualmente atractiva de explorar la geometría y fortalecer la comprensión de sus conceptos. Los procesadores geométricos comerciales, como Cabri-Géometre®, Geometer's Sketchpad® y la versión más reciente de Cinderella® (2.0), tienen un costo que oscila entre 1,800 y 2,500 pesos.

En cuanto a las opciones libres en esta categoría, Geogebra es considerada la mejor opción alternativa (Fonseca, et al., 2017). Existen otras opciones tales como Regla y Compás, CaRMetal 2, Cinderella (versiones antes de la 2), Sketchometry, Geonext, Kig, Dr. Geo, etc. (Tabla 4). Estos programas ofrecen diversas funcionalidades para realizar construcciones geométricas y explorar conceptos de forma interactiva, sin necesidad de incurrir en costos.

Tabla 4. Procesadores geométricos: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
Geogebra	geogebra.org	95	1, 2	1, 2, 3
Regla y Compás	sourceforge.net/projects/zirkel/files	5.5	1, 2	1, 2, 3
CaRMetal 2	carmetal2.free.fr/site/index.php	3.23	1, 2	1, 2, 3
Cinderella (antes de V2)	cinderella.de	22.5	1, 2	1, 2, 3
Sketchometry	start.sketchometry.org	On-line	1, 2	1, 2, 3
Geonext	Geonext.uni-bayreuth.de	29	1, 2	1, 2, 3
Kig	apps.kde.org/es/kig	217	1, 2	1, 2, 3
Dr. Geo	gnu.org/software/dr-geo/	21.2	1	1, 3

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

e) Probabilidad y estadística: alternativas libres

La probabilidad es una disciplina matemática que se centra en la cuantificación de la frecuencia de ocurrencia de ciertos resultados en un experimento, siempre que las situaciones sean estables además de estar claramente definidas. Por otro lado, la estadística se ocupa de la recopilación, estudio y análisis de los datos conseguidos en una investigación o estudio.

Es una disciplina matemática que se utiliza para extraer información significativa de los datos y realizar deducciones sobre una población más amplia.

En el ámbito académico y científico, los programas comerciales más populares para trabajar en estas áreas incluyen el SPSS® y el Statgraphics®. Sin embargo, estos programas comerciales suelen tener un costo significativo, con precios que rondan los 1,069 y 1,190 dólares, respectivamente.

Actualmente, existen alternativas libres que han ganado reconocimiento en este campo, siendo GNU R, o simplemente R, la opción más destacada. Es un entorno de programación de código abierto que proporciona herramientas estadísticas poderosas y flexibles. Además, se ha desarrollado un programa libre llamado GNU PSPP, que emula las funcionalidades del SPSS, además se puede utilizar en diversos sistemas operativos tales como Windows, MAC y Linux.

Otras alternativas libres, como Jamovi, JASP, SalStat y Macanova, etc. (Tabla 5), pueden resultar útiles para esta categoría, brindando opciones adicionales a los usuarios que buscan herramientas estadísticas de calidad sin incurrir en costos elevados.

Tabla 5. Probabilidad y estadística: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
GNU R	r-project.org	90	1, 2	1, 2, 3
GNU PSPP	gnu.org/software/pspp	27.4	1, 2	1, 2, 3
Jamovi	jamovi.org	259	1, 2	1, 2, 3
JASP	jasp-stats.org	699	1, 2	1, 2, 3
SalStat	salstat.com	6.2	1, 2	1, 2, 3
Macanova	stat.umn.edu/macanova	9.6	1, 2	1, 2
DataPlot	www.nist.gov/itl/sed/dataplot	20.3	1, 2	1, 2, 3

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

f) Procesadores de texto matemáticos: alternativas libres

La redacción de un texto matemático o científico en un computador es un tema muy importante en el ámbito de la enseñanza e investigación en matemáticas. Sin embargo, no todo es tan sencillo, ya que, aunque los procesadores de texto son ampliamente utilizados en la actualidad, pocos ofrecen una edición sencilla cuando se trata de utilizar tipografía matemática.

El software comercial más conocido para editar de este tipo de textos es Scientific WorkPlace®. También se encuentran opciones como Scientific Word®, que tiene un precio de 864 dólares así como Scientific Notebook®. Además, existen otras herramientas como MathType® y el mismo Microsoft Word® que tiene integrado un editor de ecuaciones. Estos programas son de tipo WYSIWYG, acrónimo del inglés What You See Is What You Get (cuyo significado es: Lo que se ve es lo que se obtiene), el cual se utiliza para describir un enfoque en el cual la representación visual en la pantalla coincide directamente con el resultado final que se obtendrá al imprimir o visualizar el documento.

Cuando se trata de redactar textos con tipografía matemática, LaTeX es el referente. En 1978 surgió este programa, entonces denominado TeX, fue desarrollado por Don Knuth, con el tiempo ha evolucionado y se ha enriquecido con complementos y LaTeX es uno de ellos. Su función principal es ejecutar de forma automática macro comandos de TeX y hacer su uso más simple. Presenta algunos desafíos para los novatos en su uso, pero son más sus ventajas: es de dominio público, genera textos de alta calidad, los archivos fuente son muy compactos y el intercambio de archivos es sencillo. Sin embargo, a cambio de estas ventajas, ofrece una interfaz limitada ya que no se puede ver lo que se está escribiendo en tiempo real (no es un procesador de texto WYSIWYG), siendo necesario compilar el documento antes de mostrar el texto final.

En cuanto a las opciones de software libre en esta categoría, existen numerosos programas destacados. Entre ellos se encuentra MikTeX como editor y TexStudio como compilador para LaTeX, que juntos permiten producir textos de excelente calidad. También están disponibles opciones como MacTeX, TeX Live, GNU TeXmacs, Overleaf, LyX, Kile, Bib2x, entre otros (Tabla 6).

Tabla 6. Procesadores matemáticos: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
MiKTeX	miktex.org	134	1, 2	1, 2, 3
TexStudio	texstudio.org	135	1, 2	1, 2, 3
MacTeX	tug.org/mactex	5,348	2	2
Texlive	tug.org/texlive	25	1	3
GNU TeXmacs	texmacs.org	120	1	1
Overleaf	es.overleaf.com	On-line	1, 2	1, 2, 3
Lyx	lyx.org	57	1, 2	1, 2, 3
Kile	kile.sourceforge.net	107	1	3
Bib2x	xandi.eu/bib2x	0.12 (fuentes)	1, 2	1, 2, 3

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

g) Programas de propósito específico: alternativas libres

En el ámbito de las matemáticas, también existen programas de software libre diseñados específicamente para áreas particulares, especialmente enfocados en la investigación. Estos programas ofrecen herramientas especializadas que facilitan el estudio y el análisis en campos específicos. Algunos ejemplos destacados incluyen:

- GAP: programa dedicado en el álgebra computacional discreta.
- Macaulay2: utilizado en algebra conmutativa y geometría algebraica.
- Singular: programa para algebra conmutativa
- Alberta FEM y FreeFEM: programas utilizados en el campo del elemento finito.
- PariGP: programa versátil que se aplica en la teoría de números.
- Yorick: herramienta orientada a simulaciones científicas.

- Cactus, Iode y Auto: herramientas diseñadas para ecuaciones diferenciales ordinarias.
- GNU Getrl: programa destinado a la regresión y el análisis de series de tiempo.
- GLPK: programa especializado en programación lineal.
- Cvxopt: utilizado para la optimización convexa.

Estas alternativas de software libre brindan a los investigadores y profesionales de las matemáticas una amplia gama de opciones para abordar y resolver problemas específicos en sus respectivas áreas de estudio (Tabla 7).

Tabla 7. Programas de propósito específico: alternativas libres

Programa	Página oficial	Tamaño (Mb)	Computador	S. O.
GAP	gap-system.org	578	1,2	1, 3
Macaulay2	faculty.math.illinois.edu/Macaulay2	169	1,2	1, 2, 3
Singular	singular.uni-kl.de	143	1,2	1, 2, 3
Alberta Fem	alberta-fem.de	2.4	1	3
FreeFEM	freefem.org	260	1,2	1, 2, 3
PariGP	pari.math.u-bordeaux.fr	98	1	1, 3
Cactus	cactuscode.org	0.6 (fuentes)	1	3
Iode	conf.math.illinois.edu/iode	0.14 (rutina)	1,2	1, 2, 3
Auto	indy.cs.concordia.ca/auto	4.8	1,2	1, 2, 3
Yorick	yorick.sourceforge.net	2.5	1	3
GNU Getrl	gretl.sourceforge.net	6.7	1	3
GLPK	winglpk.sourceforge.net	20.1	1	1
Cvxopt	cvxopt.org	3.9	1,2	1, 2, 3

Nota: Tipo de Computador: 1 PC, 2 Macintosh; Sistema Operativo (S. O.): 1 Windows, 2 Mac OS, 3 Linux

Conclusiones

El mundo del software libre ofrece una amplia variedad de alternativas. Por lo general, no hay un solo programa para cada tarea, sino múltiples opciones entre las cuales optar. Además no solo se puede ver como un enfoque educativo y pedagógico, sino también como una opción económica. Su uso conlleva ahorros significativos, lo que permite que estudiantes, profesores e investigadores posean acceso a la alternativa que más se acomode a sus necesidades.

Al no existir gastos asociados ni necesidad de renovar licencias, no existen limitaciones en cuanto a la cantidad de usuarios que pueden utilizar el software. Esto garantiza una mayor disponibilidad y equidad en el acceso a las herramientas tecnológicas necesarias para la

docencia y la investigación. Su uso en la enseñanza de las matemáticas, ofrece la ventaja de facilitar la distribución legal de copias del programa a los estudiantes. Lo que hace posible la utilización del software en sus propios hogares. Los términos de la licencia del software otorga la autorización para llevar a cabo esta distribución.

Sin embargo, tal vez la principal ventaja de utilizarlo en la enseñanza e investigación de matemáticas radica en el acceso al conocimiento subyacente al software. Al utilizar software libre, tanto estudiantes como investigadores tienen la posibilidad de examinar y comprender el algoritmo utilizado por el programa para resolver un cálculo específico. Inclusive, se puede acceder al programa fuente y modificarlo para adaptarlo a requisitos específicos o realizar tareas distintas. Esta capacidad de acceso y modificación del código fuente brinda un nivel de transparencia y flexibilidad que fomenta el aprendizaje profundo y el desarrollo de habilidades técnicas en el campo de las matemáticas.

Bibliografía

- Ascheri, E., Pizarro, R., Astudillo, G., García, P. y Culla M. E. (2014). Software educativo en línea para la enseñanza y el aprendizaje de temas de Cálculo Numérico. *Revista digital Matemática, Educación e Internet*, 14(2), pp. 1-28. Cartago, Costa Rica.
- Da Rosa, F. y Heinz, F. (2007). *Guía práctica de software libre. Su selección y aplicación local en América Latina y el Caribe*. UNESCO. Montevideo, Uruguay.
- De Nápoli P. (2009). *Software Libre para enseñar o aprender Matemática porqué y cómo*. Recuperado el 10 de junio de 2023 de <https://mate.dm.uba.ar/~pdenapo/charla-sl-matematica/charla-sl-matematica-lugunq.pdf>.
- Fonseca, E. da S., y Fonseca, M. de O. (2017). The use of GeoGebra in a virtual learning environment. *Research, Society and Development* 7(1), pp. 1-13. São Paulo, Brasil.
- González, J., Saone, P. y Robles, G. (2003). *Introducción al software libre*. Free Software Foundation. Madrid, España.
- Salazar, L. J. (2009). *TIC'S, Software Libre y Educación Matemática*. Recuperado el 12 de junio de 2023 de <http://funes.uniandes.edu.co/17243/1/Salazar2009TIC%C2%B4S.pdf>.
- Valenzuela, C., Reyes, D. y Oliveros, S. (2018). *Introducción: Software libre y código abierto: experiencias innovadoras en bibliotecas y centros de información*. Recuperado el 10 de junio de 2023 de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=350556354006>.
- Vargas, R. A. (2021). *¿Qué es el dominio público?* Recuperado el 1 de abril de 2023 de <https://bibliosabana.wordpress.com/2014/11/10/que-es-el-dominio-publico>.
- Villalpando Becerra, J. F. y Nesterova E. (2011). *Uso de procesadores geométricos en la enseñanza de la Geometría Euclidiana*. CVEM 2011 Congreso Internacional Virtual de la Enseñanza de las Matemáticas. Guadalajara, México.
- Willging, P. y Astudillo, G. (2008). *Software libre para matemática*. II Reunión Pampeana de Educación Matemática (REPEM). La Pampa, Argentina.