

Instituto Tecnológico Superior Almirante Illingworth

Título

Una nueva aproximación a la enseñanza tecnológica superior de informática centrada en dispositivos de computación de bajo costo y alto rendimiento.

Autor

Ing. Dario Jorge Vázquez Arguija
Ing. Lázaro Reigosa Cruz

Año
2015

Introducción

En la actualidad son muy altos los requerimientos sobre conocimiento tecnológico que se espera de los egresados de la educación técnica superior de informática a la hora de enfrentarse al ejercicio de una labor en el ámbito profesional y muchas veces los métodos tradicionales de enseñanza basados en la filosofía de primero fomentar una base de conocimiento teórico fuerte que sustente la posterior adquisición del conocimiento y la habilidad práctica fallan dejando al egresado en el mejor de los casos con mucho conocimiento teórico y prácticamente ninguna habilidad para resolver problemas que es lo que realmente se espera de un tecnólogo.

Son muchos los factores que influyen en la falta de familiarización de los estudiantes con la tecnología, una de esta es la falta de equipos de cómputo o la inflexibilidad con la que estos se presentan al estudiante. Un ordenador de escritorio tiene precios que oscilan entre 500 USD y 1200 USD dependiendo de sus características técnicas y este se pone frente al estudiante con muchas restricciones de seguridad que hacen prácticamente imposible que el estudiante se familiariza con la instalación, mantenimiento y modificación de características avanzadas del sistema operativo pues este debe poder ser utilizado por otros estudiantes. Una solución a este problema es la virtualización, pero esto encarece más los ordenadores dado que duplica los requerimientos de hardware.

Este trabajo desarrolla la hipótesis de una nueva aproximación a la enseñanza tecnológica superior de informática basada en el uso de dispositivos de cómputo de bajo costo (35 ~ 50 USD) y alto rendimiento que permitirían a cada estudiante contar con uno y tener completo control sobre el mismo, permitiendo que todo el proceso de enseñanza y aprendizaje gire sobre este de una forma más natural y acorde a las condiciones en las que se le presentarán los problemas de la vida real al futuro egresado.

En el presente trabajo, se detallan las limitaciones que presentan las tecnologías actuales utilizadas en el proceso de enseñanza-aprendizaje que dificultan al estudiante la adquisición de habilidades prácticas y representan gastos excesivos por concepto de equipamiento y mantenimiento de los equipos de cómputo.

Se presentan los nuevos dispositivos de cómputo de bajo costo y alto rendimiento, basados en tecnología ARM, sus fortalezas y debilidades y se exponen diferentes alternativas en los que estos podrían ser utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de forma tal que produzca un cambio significativo en la calidad de este.

Se enumeran una serie de herramientas compatibles con estos dispositivos que podrían ser usadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desarrollo

En la actualidad es de vital importancia la vinculación constante del estudiante de las carreras técnicas con las tecnologías y herramientas que serán de posterior uso en su ejercicio profesional con el objetivo de comenzar a crear desde las etapas iniciales de su formación las habilidades requeridas para el desarrollo de las competencias necesarias que permitan lograr productividad y competitividad en el mercado laboral. Por esta razón en la carrera de Tecnólogo en Informática se comienza a mover cada día más las clases del aula tradicional al laboratorio y se procura lograr poner a disposición de cada estudiante un equipo de cómputo. Esto presenta un nuevo reto para las instituciones educativas ya que desde sus primeros momentos estos equipos representan una considerable inversión y, aunque en la actualidad un ordenador de escritorio de capacidades medias se encuentra en el orden de los 500 USD, si se aspira a que cada estudiante posea uno, para habilitar un laboratorio para 30 estudiantes habría que hacer una inversión de 15 000 USD. A pesar de esta gran inversión los estudiantes son incapaces de obtener todos los beneficios de ella; dado que su uso es colectivo, este equipo de cómputo se presenta con ciertas restricciones de seguridad que impiden su personalización con el objetivo de contar siempre con una configuración homogénea para cada sección de clases. Este requerimiento limita la creatividad del estudiante e imposibilita muchas veces al docente de instruir acerca de la personalización profunda del sistema dado que estas opciones están deshabilitadas para los estudiantes.

Existen muchas formas en las que los administradores de sistemas pueden limitar el accionar de los estudiantes en los sistemas para evitar su colapso y mantener la consistencia entre secciones de clases. Algunas de las más utilizadas son:

1. **Denegación de permisos:** Es uno de los enfoques más utilizados y el más dañino de todos, pues a través de políticas de seguridad del sistema operativo, limita el uso del equipo de cómputo a las opciones que considera conveniente el administrador de sistemas. Con este enfoque no solo se limita al estudiante acceder a configuraciones del sistema; se impide el acceso a ciertas zonas del disco duro; se limita la instalación de nuevos programas, presentando solo ciertas y determinadas posibilidades preestablecidas para la utilización del sistema.

Con este enfoque también se restringe al docente si el software que necesita para impartir

la clase no esta instalado, requiriendo en el momento la presencia del administrador de sistema para realizar los ajustes pertinentes, con la consecuente pérdida de tiempo y añadiendo un nivel de dificultad al proceso de puesta en marcha de las herramientas que el estudiante debería aprender en el proceso de enseñanza.

2. **Sistema de archivos volátil:** Este enfoque emplea diferentes mecanismos con el objetivo de que los cambios efectuados en el sistema de archivos sean volátil (se pierdan cuando se reinicia el equipo). Para implementar un sistema de archivos volátil se utilizan herramientas como Deep Freeze¹, UnionFS², AuFS³ y representa una mejora significativa con respecto al primer enfoque, ya que permite que el estudiante y el docente amplíen el repertorio de herramientas con las que los administradores surtieron a los equipos de cómputo en su instalación, pero todo estos cambios se pierden al reiniciar la PC, lo cual conlleva una pérdida considerable de tiempo si estos cambios son requeridos en próximas sesiones de clases.
3. **Enfoques híbridos:** Con este enfoque se puede mejorar la alternativa del sistema de archivo volátil pues permite congelar solo las secciones del sistema de archivos que son susceptibles a cambios y administrar a través de permisos y políticas de seguridad otras secciones que permanecerán luego de reiniciar el equipo de cómputo. Este enfoque que en principio aparenta ser una gran solución, en la práctica es un poco complicado de implementar de una forma realmente útil y libre de inconsistencias.
4. **Virtualización:** Este enfoque comienza a tomar cada vez más fuerza en universidades donde se requiere que el estudiante adquiera un profundo conocimiento y adquiera habilidades en la instalación, configuración y puesta a punto de herramientas y tecnologías.

*“En Informática, virtualización es la creación (a través de software) de una versión virtual de algún recurso tecnológico, como puede ser una plataforma de hardware, un sistema operativo, un dispositivo de almacenamiento u otros recursos de red.”*⁴

Este enfoque generalmente viene a ser implementado combinado con los indicados

1 <http://www.faronics.com/products/deep-freeze/>

2 <http://es.wikipedia.org/wiki/UnionFS>

3 <http://en.wikipedia.org/wiki/Aufs>

4 <http://es.wikipedia.org/wiki/Virtualizaci%C3%B3n>

en los numerales 1 ó 3 anteriores, en donde el sistema anfitrión está limitado solo al uso del virtualizador y solo se permite que el usuario tenga acceso de escritura al directorio donde se copian las imágenes virtuales de los sistemas clientes o se hace volátil la sección del sistema de archivos que pertenecen al sistema operativo anfitrión y se deja persistente la sección que almacena las imágenes de los sistema clientes.

Con esta aproximación a la solución del problema el estudiante puede efectivamente tener el control total sobre una máquina virtual que se comporta casi de la misma forma que una máquina real y los cambios que se efectúan en estas máquinas virtuales (clientes) no tienen ningún efecto en la máquina real (anfitrión). Pero este enfoque tiene sus desventajas entre las cuales están:

- **Elevado consumo de recursos del ordenador anfitrión:** Según el tipo de virtualización utilizada (completa, parcial o por sistema operativo (hypervisor)). El solo hecho de emular un hardware que no es real impone una penalización en recursos del sistema. Si a ello sumamos los recursos que requiere el sistema cliente (todos los requeridos por un sistema tradicional) resulta ser esta una solución costosa.
- **Acceso a un hardware virtual limitado:** Dado que el sistema cliente solo tiene acceso a un hardware simulado (generalmente dependiendo del tipo de virtualización) este no puede sacar el máximo provecho de las capacidades del hardware instado en la máquina anfitrión (DMA, GPU, etc.).

En nuestra experiencia de trabajo, muchos de los estudiantes que han hecho uso de esta tecnología en equipos de cómputo que no cuentan con los suficientes recursos de hardware no se sienten satisfechos con su utilización.

La nueva generación de equipos de cómputo.

Desde los primeros momentos de la computación como ciencia e ingeniería se lleva a cabo una guerra entre arquitecturas para elaborar microprocesadores. En sus frentes se encuentra la arquitectura de computación con conjuntos de instrucciones complejas que se identifica por las siglas **CISC** (del inglés Complex Instruction Set Computing) y la arquitectura de computación de instrucciones de complejidad reducida o **RISC** (del inglés Reduced Instruction Set Computing).

Hasta hace unos años esta guerra estaba siendo ganada por las arquitecturas del tipo CISC dado que las instrucciones del tipo complejas (como su nombre indica) tienden a realizar operaciones complejas que involucran varias operaciones atómicas. Esta arquitectura fue la preferida en los primeros momentos cuando todavía los programadores hacían uso de lenguajes de bajo nivel y ensamblaban sus propios ejecutables. A su vez, los programadores de compiladores lo preferían puesto que los compiladores para arquitecturas CISC eran considerados de más fácil implementación. Pero esta arquitectura presenta ciertas debilidades, las más notables son su nulo soporte para realizar computación paralela ya que cada instrucción de alto nivel generalmente depende de la instrucción anterior. Otra limitante es los altos consumos de energía requeridos por esta arquitectura para realizar la computación, ya que no se puede desactivar ninguna zona del microprocesador, dado que no se conoce con exactitud cuándo se necesitará ejecutar una instrucción que involucre el uso de esa zona en específico.

Las ventajas iniciales de la arquitectura CISC han pasado paulatinamente a un segundo plano ante los considerables avances que han presentado los compiladores de alto nivel y el hecho de que prácticamente nadie codifica sus programas en lenguajes de bajo nivel. En este nuevo escenario los procesadores RISC permiten mejor rendimiento energético ya que cuando se está haciendo un menor uso del microprocesador se pueden desactivar ciertas zonas y así reducir su consumo de energía y disipación de potencia, los compiladores son capaces de producir código eficiente que aprovecha al máximo las capacidades de procesamiento en paralelo del de este tipo de arquitectura sin que esto signifique un deterioro de las facilidades presentadas por los lenguajes de alto nivel.

Resulta difícil imaginar el mundo sin teléfonos inteligentes (smartphones), tablets, GPS y electrodomésticos inteligentes. Todos los fabricantes de estos dispositivos se enfrentaron a los mismos problemas en los inicio de sus diseños: necesitaban un microprocesador con buena capacidad de cálculo, de bajo consumo, que disipara poca potencia, a bajo costo. Los complejos microprocesador CISC de la familia x86, x64 no cumplían con estos requerimientos, por lo que decidieron apostar por su competencia: los microprocesadores RISC.

En los primeros momentos era muy fácil notar las capacidades reducidas de los teléfonos inteligentes en cuanto a capacidad de cómputo, pero en la actualidad, gracias a a los elevados recursos destinados a investigación y desarrollo en esa arquitectura, es impresionante la capacidad de cómputo y la autonomía lograda por estos dispositivos, lo

cual evidencia el inmenso progreso de esta arquitectura.

Se comienzan a ver esfuerzos por derrotar a la arquitectura CISC en su último y más fortificado frente: el ordenador de escritorio. Los primeros golpes acertados han sido la inclusión de microprocesadores RISC en componentes del propio ordenador. La mayoría de las computadoras modernas de escritorio tienen más de un procesador, pues la Unidad Gráfica de Procesamiento GPU (del inglés Graphic Processing Unit) es otro microprocesador de gran capacidad dedicado al procesamiento masivo de operaciones atómicas en paralelo, necesarias para el trabajo con imágenes, video, etc. y, como es de esperar, este microprocesador es de arquitectura RISC.

Otro gran paso es la salida al mercado de los llamados ordenadores de placa reducida (del inglés Single Board Computer o SBC). Estos ordenadores de reducido tamaño cada vez se van acercando más a los ordenadores de escritorio en términos de capacidad de cómputo, disponibilidad de periféricos y soporte de tecnologías. En sus primeros momentos, por sus reducidas prestaciones, estos dispositivos contaban con sistemas operativos personalizados y herramientas propias para el desarrollo de aplicaciones y su explotación en general. En la mayoría de los casos estas herramientas eran privativas y de un alto costo por lo que eran prohibitivas para instituciones educativas o de una escasa factibilidad ya que, a más del alto costo, solo contados estudiantes podrían usar estos conocimientos en su vida profesional.

Estos dispositivos han alcanzado una capacidad de cálculo y memoria tal que es posible instalar en ellos las versiones para esta arquitectura de los sistemas operativos más populares de nuestros tiempos (Windows CE, GNU/Linux, etc.) y, aunque no se puede ejecutar en estas aplicaciones compiladas para microprocesadores con arquitectura CISC, es un gran paso de avance para esta arquitectura. Si a esto se le agrega que enfoques como el de código abierto o software libre ponen a disposición el código fuente de las aplicaciones para su adaptación a esta arquitectura, es posible concluir que se está en condiciones de acceder a un equipo de cómputo que no solo será útil y práctico, sino que poseerá las mismas herramientas a las que el estudiante se enfrentará en la vida profesional ya sea que utilice equipos con arquitectura CISC o RISC.

El Open Source y el Open Hardware son cada vez tomados más en serio no solo en instituciones académicas sino en la industria. Cada día más los inversionistas privados

prefieren invertir en tecnología Open Source y convertirse en verdaderos propietarios de la tecnología que utilizan, en lugar de pagar solo por licencias de uso de software.

A pesar de la significativa evolución de esta arquitectura y las posibilidades de aplicación práctica, el sistema de formación académica se mantiene rezagado en su incorporación al proceso de enseñanza-aprendizaje.

En Ecuador el 28 de abril del 2007 el presidente de la República Rafael Correa hizo un llamado al uso del Software Libre con la intención de paulatinamente ir alcanzando la soberanía tecnológica como pilar fundamental de la soberanía nacional⁵. Esta es una razón muy poderosa que suma puntos a la implementación de estas tecnologías en el procesos de enseñanza y aprendizaje.

El soporte tecnológico Open Hardware no solo es bueno, sino que resulta de fácil acceso y posee una comunidad activa y de rápida evolución. Algunos de los mejores candidatos a ser utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje son:

1. **Raspberry Pi 2**



Raspberry Pi es un ordenador de placa reducida o (placa única) (SBC) de bajo coste, desarrollado originalmente en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.⁶

La versión 2.0 de este popular ordenador de placa reducida viene equipado con un chip Broadcom BCM2836 SoC Quad-Core ARM Cortex-A7 que funcionan con una frecuencia de reloj de 900 MHz, una unidad de procesamiento gráfico Dual-Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor el cual soporte aceleración por hardware, Open GL ES 2.0, OpenVG y decodificación de vídeo a 1080p30 usando el codec H.264 además

5 <http://www.voltairenet.org/article147649.html>

6 http://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi

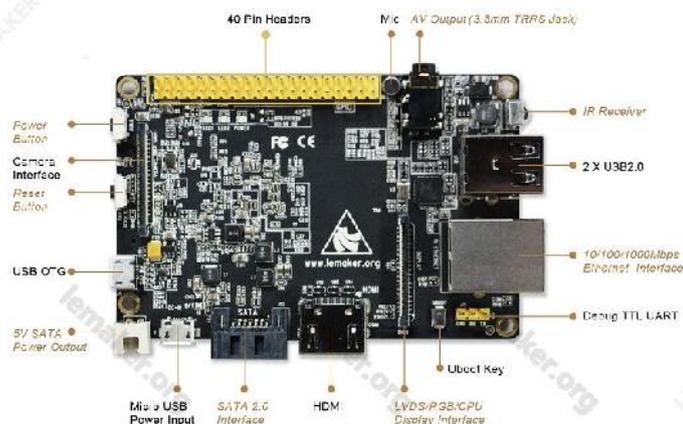
de 1GB LPDDR2 de memoria RAM.

2. Odroid C1



Odroid es una serie de computadoras placa reducida y Tablet PC creado por Hardkernel Co., Ltd., una compañía de hardware de código abierto que se encuentra en Corea del Sur. A pesar de que el nombre 'ODROID' es un acrónimo de 'abierto' + 'Android', el hardware no es realmente abierto porque algunas partes del diseño son retenidos por la empresa. Muchos sistemas ODROID son capaces de correr no sólo Android, sino también otras distribuciones de GNU/Linux.

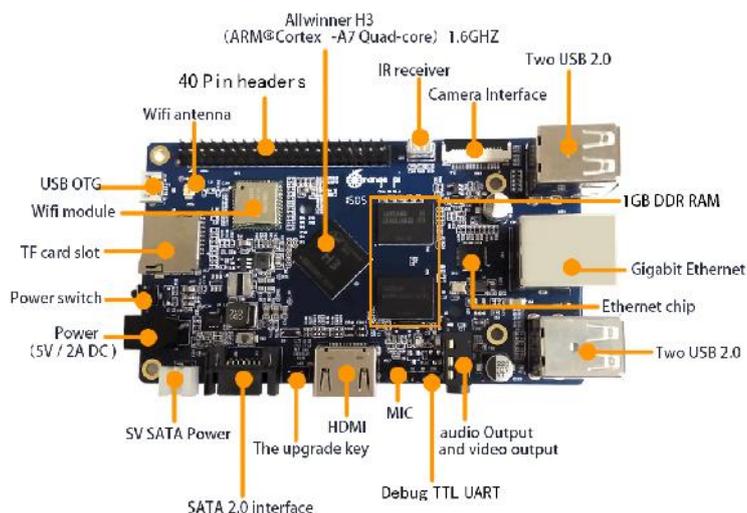
El lanzamiento Odroid C1 está equipado con un chip Amlogic S805, 4x Cortex-A5 @1.5 GHz, GPU Mali-450 MP2 y 1GB DDR3 SDRAM.



3. Banana Pro

Banana Pro es un ordenador de placa reducida basado en Banana Pi y es

desarrollada en China por el equipo LeMaker⁷ el cual posee un chip Allwinner® A20 el cual contiene una CPU ARM® Cortex™A7 Dual-Core 1GHz, una GPU Mali400MP2 compatible con OpenGL ES 2.0/1.1 y 1GB DDR3.



4. Orange Pi Plus

Orange Pi Plus es un ordenador de placa reducida basado en Orange Pi que cuenta con un chip Allwinner H3 dotado con un CPU H3 ARM Cortex-A7 Quad-Core, 256 KB de cache de nivel 1 y 1 MB de cache de nivel 2, GPU Mali400MP2 @600MHz con soporte para OpenGL ES 2.0 y 1GB DDR3.

Todos estos dispositivos son ofrecidos junto a su ficha de datos (datasheets) el cual permite conocer sus especificaciones y realizar interconexión con periféricos o circuitos de control domésticos y la mayoría presentan planos de la circuitería de la placa pues, en teoría, son Open Hardware, aunque, en la práctica, los fabricantes aún esconden algunos planos de partes fundamentales.

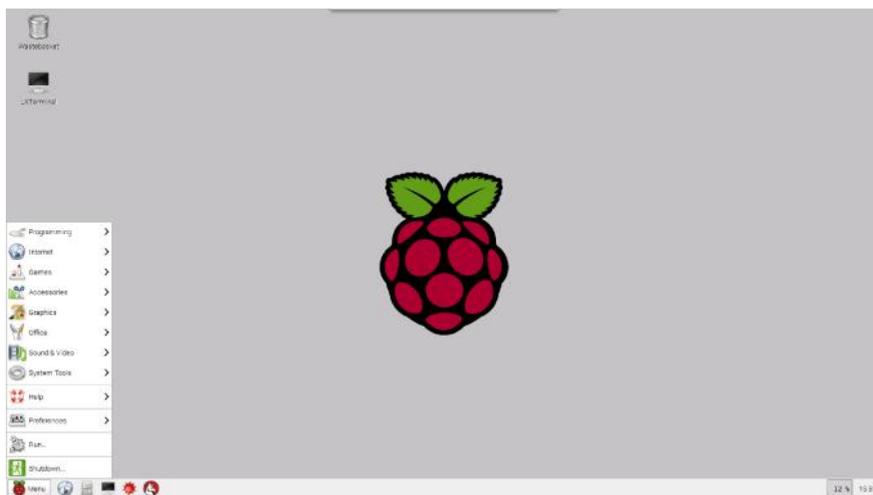
Basado en estos dispositivos se puede realizar una nueva aproximación a la enseñanza técnica superior de la carrera informática en la que se produce un distanciamiento de la complejidad y la rígida estructura adoptada por los equipos de cómputo tradicionales y un acercamiento hacia un equipo sencillo, manejable por el estudiante, de hardware y software más abierto, que le permite al docente profundizar en

⁷ <http://www.lemaker.org/>

las explicaciones y motivar implementando modificaciones para que los estudiantes vean el conocimiento práctico aplicado y, aún así, no se separe de las herramientas y tecnologías que tendrá que afrontar en el futuro en su vida laboral.

Otro componente no menos importante que el hardware es el software a utilizar. Como se había mencionado anteriormente, la comunidad de Software Libre puso a disposición de los ingenieros que se dedicaron a fomentar esta arquitectura desde un primer momento los códigos fuentes de los programas desarrollados inicialmente para procesadores CISC y, en la actualidad, la mayoría de estas herramientas y software se encuentran disponibles para esta arquitectura con una estabilidad y madurez equivalente a la que tienen en su arquitectura original. Algunos ejemplos de software libre disponible para estos dispositivos son:

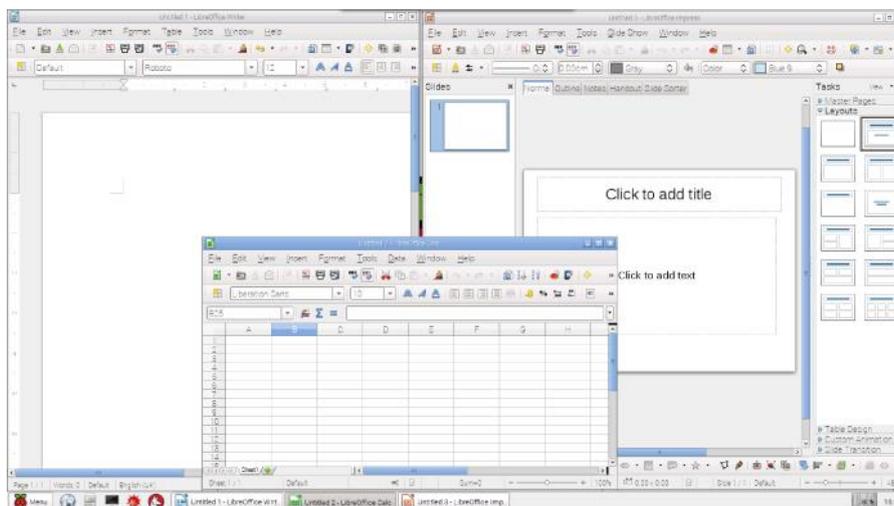
1. Sistema Operativo GNU/Linux



“GNU/Linux es uno de los términos empleados para referirse a la combinación del núcleo o kernel libre similar a Unix denominado Linux con el sistema GNU. Su desarrollo es uno de los ejemplos más prominentes de software libre; todo su código fuente puede ser utilizado, modificado y redistribuido libremente por cualquiera bajo los términos de la GPL (Licencia Pública General de GNU, en inglés: General Public License) y otra serie de licencias libres.”⁸

8 <http://es.wikipedia.org/?title=GNU/Linux>

2. Paquete de Ofimática LibreOffice



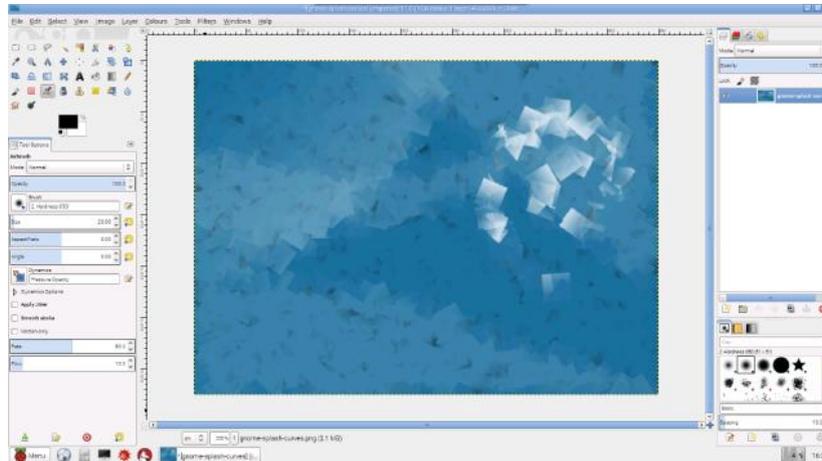
“LibreOffice es un paquete de oficina libre y de código abierto desarrollado por The Document Foundation. Se creó como bifurcación de OpenOffice.org en 2010.

Cuenta con un procesador de texto (Writer), un editor de hojas de cálculo (Calc), un gestor de presentaciones (Impress), un gestor de bases de datos (Base), un editor de gráficos vectoriales (Draw) y un editor de fórmulas matemáticas (Math).

Está diseñada para ser compatible con los principales paquetes ofimáticos, incluyendo Microsoft Office, aunque algunas características de diseño y atributos de formato son manejados de forma diferente o no son compatibles. LibreOffice está disponible en más de 120 idiomas incluyendo español, catalán, vasco, gallego⁶ y para diferentes sistemas operativos incluyendo Microsoft Windows, Mac OS X 10.4 Tiger o superior y GNU/Linux. Es la suite ofimática por defecto en las distribuciones Linux más populares.”⁹

⁹ <http://es.wikipedia.org/wiki/LibreOffice>

3. Programa para la Manipulación de Imágenes Gimp

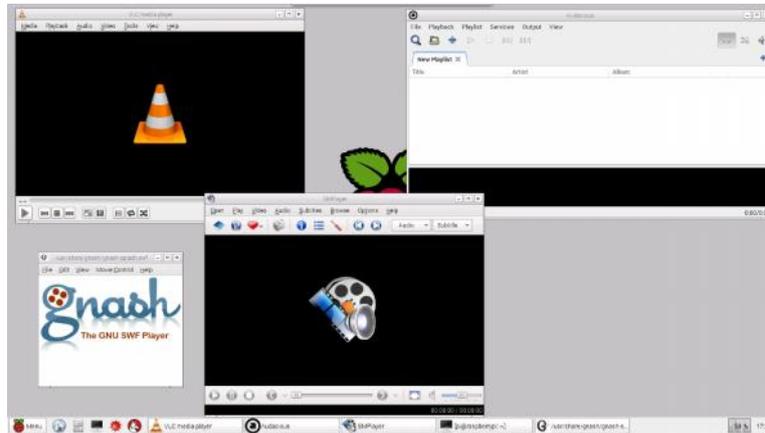


GIMP (GNU Image Manipulation Program) es un programa de edición de imágenes digitales en forma de mapa de bits, tanto dibujos como fotografías. Es un programa libre y gratuito. Forma parte del proyecto GNU y está disponible bajo la Licencia pública general de GNU y GNU Lesser General Public License.

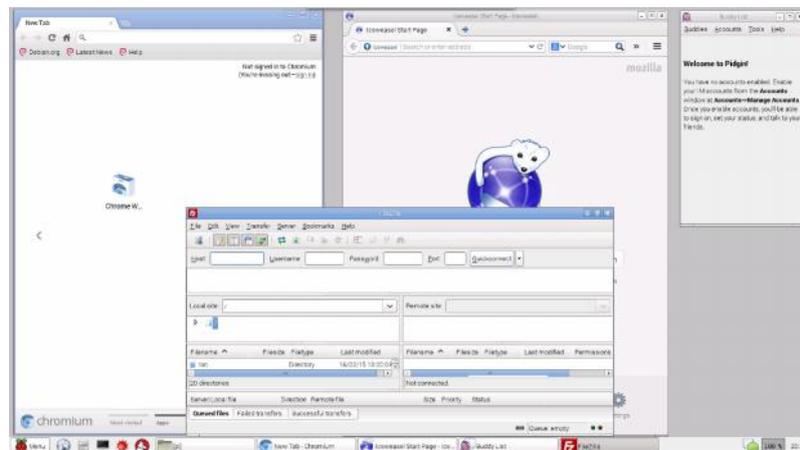
GIMP tiene herramientas que se utilizan para el retoque y edición de imágenes, dibujo de formas libres, cambiar el tamaño, recortar, hacer fotomontajes, convertir a diferentes formatos de imagen, y otras tareas más especializadas. Se pueden también crear imágenes animadas en formato GIF. Se pueden crear también imágenes animadas en formato MPEG usando un plugin de animación (ver más adelante).¹⁰

4. Codec y Aplicaciones Multimedia:

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/GIMP>



Para el trabajo con ficheros multimedia estos dispositivos cuentan con aplicaciones como Audacious para la reproducción de archivos de audio (mp3, ogg, wav, etc.), VLC y SMPlayer para la reproducción de archivos de vídeo (mpg, avi, etc.), Gnash para la reproducción de archivos swf. Todos estos programas disponibles bajo licencias de Software Libre. Adicionalmente existe soporte para la decodificación por software de prácticamente todos los formatos de multimedia utilizados en la actualidad aunque en contadas ocasiones para habilitar la decodificación por hardware se debe adquirir una licencia.



5. Navegación y servicios de Internet

Para la navegación y la explotación de servicios de internet tenemos varias alternativas, algunas de estas son:

Navegadores:

- Iceweasel (bifurcación de Firefox).
- Chromium (bifurcación de Chrome).
- Midori

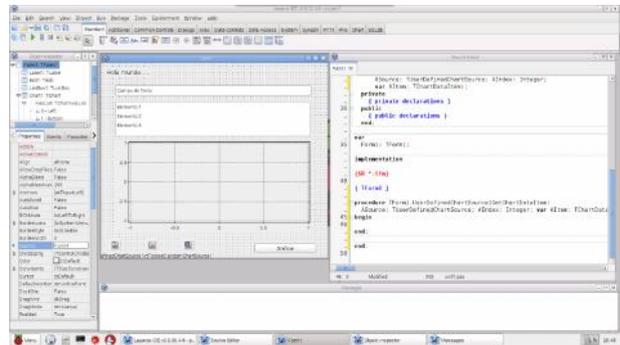
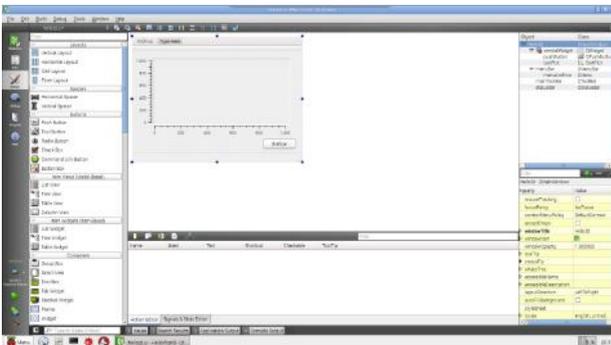
- Lynx (navegador para la consola)

Cientes Mensajería Instantánea:

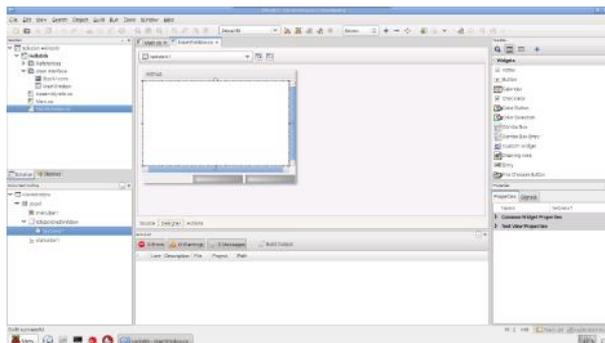
- Pidgin
- Gajim

Cientes ftp, sftp:

- FileZilla



6. Lenguajes de Programación y Entornos de Desarrollo Integrado:



QtCreator

Lazarus

Monodevelop

| Lenguaje | Compilador | IDE |
|----------|------------------------------|-------------------|
| C Sharp | Mono | MonoDevelop |
| Java | OpenJDK, Oracle JavaJDK, GCJ | Eclipse, Netbeans |

| | | | | |
|-------------|---------------------------------------|-------------------|---------|------|
| C, C++ | GCC, G++, Clang | Anjuta, QtCreator | Eclipse | CDT, |
| FreePascal | FPC | Lazarus | | |
| VisualBasic | gambas | Gambas3 | | |
| Python | CPython2, CPython3, PyPy, Jython, Ipy | Eclipse PyDev | | |

Conclusiones

La tecnología incorporada al proceso de formación docente educativa no ha seguido la misma dinámica del desarrollo de las nuevas tecnologías de cómputo de alto rendimiento y bajo costo. En el proceso de enseñanza-aprendizaje se utilizan equipos de mayor costo y se presentan al estudiante con grandes restricciones para el uso de sus capacidades, lo cual limita la creatividad de este y su familiarización con la tecnología.

Los nuevos equipos de cómputo de bajo costo y alto rendimiento pueden convertirse en herramientas personales a disposición del estudiante y el docente con ilimitadas posibilidades para el desarrollo de las habilidades, capacidades y competencias que exige la sociedad moderna.