

CONTEXTO Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN TORNO
A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA LIBRES
Y DE CÓDIGO ABIERTO EN CHILE

Andrés Silva Marambio

Centro de Gestión de la Sustentabilidad, (a.silva@e-cgs.com)

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son programas particulares y especiales de gran importancia para un país en vías de desarrollo ya que son herramientas útiles que pueden ayudar a una gestión sustentable del territorio. Entonces, se analizan alternativas a las costosas opciones comerciales, reflexionando más allá de su practicidad, como la ética, la libertad y filosofía detrás de ellos. Luego se realiza un análisis comparativo de las funcionalidades entre algunos SIG comerciales y libres determinándose que es posible reemplazar las funcionalidades del software privativo. Al ser factible la migración tecnológica, se plantean modelos de negocios que no operan con la lógica comercial común, pero que aún así han demostrado ser un éxito. Finalmente, se reflexiona acerca del rol de las universidades y el Estado en un modelo de desarrollo solidario y colaborativo del software libre y de código abierto, cuyo objetivo es facilitar el acceso a la población a herramientas de análisis de calidad, generando un mercado donde la competencia sea marcada por la excelencia de los servicios más que por el poder económico para acceder a tecnologías SIG.

Palabras clave: software libre, código abierto, sistemas de información geográfica.

ABSTRACT

The Geographic Information Systems (GIS) are particular and special programs of great importance in developing countries because they are useful tools to assist sustainable land management. Actually, I analyze alternatives to high cost commercial software taking to account not only the practical facet but also the ethics, freedom and philosophy which underline free and open source GIS. A comparative analysis has been made between commercial and free and open source software showing that is possible to replace all the functions of the commercial software. As the technology migration is possible, new business models arise. Although, these models are not operating with the common business logic, it has been demonstrated that they are successful. Finally, the roles of the universities and State are thought in a collaborative perspective of the free and open source software development, which goal is to facilitate the access to high quality analysis tools. This will generate a market where competition is based on the excellence of services and not on economic power to access GIS technology.

Key words: free software, open source, geographic information systems.

INTRODUCCIÓN

La humanidad ha construido diversas herramientas, técnicas y conocimientos que lo han asistido a lo largo de su evolución. Actualmente, gran parte de nuestra tecnología es digital, que en conjunto al desarrollo de instrumentos de percepción remota, como los satélites, se han abierto nuevas posibilidades y formas de explorar y pensar el mundo.

Los Sistemas de Información Geográfica son útiles herramientas con las que exploramos y analizamos nuestro territorio, existiendo una amplia oferta de éstos programas en el mercado de forma gratuita y no gratuita. Pero curiosamente, los más extendidos son los no gratuitos de alto costo, de licencia propietaria, que según el movimiento del software libre, restringen las libertades esenciales de los usuarios y limitan la reflexión a través de un fuerte marketing.

Usualmente, los programas son utilizados sin reflexionar más allá de su practicidad, dejando de lado temas profundos como la ética y la libertad. Por lo tanto, el presente estudio pretende, no sólo visibilizar parte de la oferta no comúnmente conocida de estos programas, sino que explicar el contexto en el cual se encuentran, enfatizando en el particular atractivo que presentan para economías en vías de desarrollo como la nuestra. Para ello se revisará el rol de la información en nuestra economía, las características filosóficas e informática de dichos programas, los modelos de negocios viables y rentables y una reflexión respecto al rol del Estado y la universidad en el modelo de desarrollo planteado.

EL ROL DE LA INFORMACIÓN Y EL CONTEXTO DEL SOFTWARE LIBRE

La disponibilidad y uso inteligente de la información son fundamentales en la toma de decisiones, teniendo particular importancia la información geográfica (geoinformación) en la gestión territorial. Por lo tanto, la gestión de los geoinformación tendrá impacto sobre las dimensiones sociales, ambientales y económicas del país, y en consecuencia, sobre la sustentabilidad.

Una economía desarrollada posee una “Economía de la Información” (EI) disimulada en el sector de los servicios que contribuye de forma relevante a su crecimiento (Cornella, 1998). Por lo tanto, Chile como país en vías de desarrollo y

miembro de la Organización para Cooperación del Desarrollo Económico (OCDE), se acercará cada vez más a esta realidad.

A pesar de que existen ciertos cuestionamientos respecto a la sobreestimación de la contribución de las tecnologías de la información al crecimiento de una economía (Brynjolfsson, 1993 & Lee, 1998, citando en Cornella, 1998), parte del aumento de la productividad se explica por el mejor uso de la tecnología de la información (Cornella, 1998). Esto se traduce en mejores decisiones de gestión al estar alineadas las herramientas con los objetivos planteados. Por lo tanto, la cuestión no es la herramienta en sí misma, sino que su acceso y uso.

Idealmente, una EI debiera emerger con una sociedad de la información (SI) a través de una cultura de la información (CI). Una SI es aquella que utiliza la información intensivamente en la vida social, cultural, económica y política (Cornella, 1998) pero la CI no se refiere solamente al uso masivo de celulares, Facebook o Twitter, sino a que, entre otros elementos, las personas tengan una visión crítica de la información. Lo cual no puede desarrollarse si se privilegian unas pocas fuentes de información de determinada tendencia y censura por parte de grupos de poder, actores a los que Kupfer (citado en Montuschi 2001) denomina “manipuladores de información”.

Castells (citado en Montuschi 2001) explica que “Sociedad de la Información describe una visión normativa, moral y social, de una sociedad en la que el intercambio de información se constituye en un deber moral primario de las personas”, en la Montuschi (2001) señala que la “adquisición, almacenamiento, transmisión, diseminación y utilización de conocimientos e información, en todas sus formas y sin restricción alguna espacial o temporal, juegan un papel decisivo”. Pero un aumento del flujo de la información, no asegura una Sociedad del Conocimiento, siendo este el próximo paso.

Alfred Marshall sostenía que “el conocimiento es nuestro más poderoso motor de producción”, pero el conocimiento es sólo la base de la “Taxonomía de Bloom” (citado en Montuschi 200) para objetivos cognoscitivos educacionales, que en orden decreciente son: (1) comprensión, (2) aplicación, (3) análisis, (4) síntesis, (5) evaluación, y (6) conocimiento. Existen diferentes acepciones de la palabra conocimiento, pero metafóricamente los autores lo relacionan con algo archivado en un

abierto o cerrado; según la protección, puede ser de dominio público o protegido por licencias; y según la filosofía, puede ser privativo o libre. Los software que nos interesarán por ahora, los libres.

Existiendo restricciones en la transparencia, veracidad y acceso de la información, también existen restricciones en las herramientas de la gestión de la información a través del software. El software privativo restringe su código fuente y/o funcionalidades evitando que terceros puedan estudiarlo, y menos modificarlo para adaptar o crear su propia aplicación, o inclusive mejorar el software o sistema en cuestión, aunque fuera beneficioso para la empresa. Dicha lógica proviene de las licencias privativas creadas para las imprentas, que evidentemente, poseen características y contextos bastante distintos a las tecnologías de hoy en día (Stallman, 2009).

Además, usualmente el software privativo se debe pagar por concepto de licencia para utilizarlo. Según los datos de Business Software Alliance (2011), en Chile los altos índices de piratería llegan a cifras del 62% en relación al 36% de los miembros de la OCDE, siendo el más alto de los países que conforman la organización, lo que indica que no se respeta la propiedad intelectual porque no se posee el dinero, o no se quiere, pagar por ello. Podría también interpretarse que lo que realmente nos interesa es la utilidad, el procesamiento de la información y producción que podemos hacer con el software, más que el software en sí mismo, por ello no hay vergüenza en "piratear" dichos programas.

Así como existe el software privativo, existe el software libre, el cual busca proteger la libertad del usuario. Si los programas y computadoras son fundamentales en la vida de las personas, no es ético negarles tal herramienta. Además, busca promover una comunidad solidaria y colaborativa a través de la búsqueda de estrategias "ganar-ganar". En esta concepción, el privar de las libertades de uso de la herramienta y el acceso a la información esencial, para el beneficio de unos pocos es inadmisibles.

Richard Stallman, es el creador y líder del movimiento del software libre, donde lo fundamental es una cuestión de libertad, no de precio. Las libertades esenciales del usuario son:

- La libertad de ejecutar el programa, para cualquier propósito (libertad 0).
- La libertad de estudiar cómo trabaja el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- La libertad de redistribuir copias para que pueda ayudar al prójimo (libertad 2).
- La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (la 3ª libertad). Si lo hace, puede dar a toda la comunidad una oportunidad de beneficiarse de sus cambios. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

Como puede apreciarse, el software libre busca sociabilizar los beneficios de la herramienta sacrificando parte de la propiedad intelectual por el bien común, esto puede contradecirse inicialmente con lo que es una estrategia comercial convencional, pero responde a otro tipo de modelo de negocio que se tratará más adelante.

Puede entonces comprenderse que el software libre es en realidad un movimiento social que busca liberar al usuario del yugo del control comercial. Una error común es confundir este movimiento social con la metodología de programación de "Código Abierto", la cual consiste en liberar o hacer público el código fuente de un programa con el objetivo de desarrollar un software potente y confiable, donde el software privativo es un problema, siendo la solución liberar los códigos para programar mejores herramientas informáticas que estén a disposición de los usuarios; mientras que el movimiento de software libre vela porque se respeten las libertades esenciales de los usuarios de utilizarlo, ejecutarlo, cambiarlo y estudiarlo, y de distribuir copias con o sin cambios, donde el software privativo es un problema social. Cabe destacar, que compartir el código fuente de un programa es una lógica básica de desarrollo de software en un equipo de programación, pero "Código Abierto" quiere decir que el código fuente se comparte con el mundo, el cuál es entonces el equipo de programación.

Stallman (2010) nos aclara que la filosofía detrás de los software de código abierto pierde el foco del movimiento del software libre, ya que plantea los software privativos debieran coexistir con el software libre, mientras que desde el movimiento del software libre se plantea que el software privativo no debiera existir, además de que no asegura la libertad del usuario, y ha sido una utilizado como una plataforma de promoción del software privativo. Respecto a lo anterior, el mismo autor, señala lo siguiente:

Este enfoque se ha probado efectivo, en sus propios términos. La retórica del código abierto ha convencido muchas empresas y particulares a usar, e incluso desarrollar, software libre; lo cual ha extendido nuestra comunidad, pero solamente a un nivel superficial, el práctico. La filosofía del código abierto, con sus valores puramente prácticos, impide la comprensión de las ideas más profundas del software libre. Trae muchas personas a nuestra comunidad, pero no les enseña cómo defenderla. Eso es bueno, pero solo hasta cierto punto, puesto que no asegura libertad. Atraer usuarios al software libre los lleva sólo hasta una parte del camino que hay que recorrer para ser defensores de su propia libertad.

Por lo tanto, el software libre se perfila como una herramienta interesante para proteger la libertad del usuario, no solamente como “usuario de software”, sino que también como una de las soluciones para eliminar las barreras de control comercial en la gestión de la información, otorgándole un mayor control y empoderamiento al propio usuario. Pero, ¿qué opciones tenemos desde la geografía? ¿Cuáles son los modelos de negocios que operan bajo esta filosofía? ¿Cuáles serían los lineamientos para desarrollar dicha filosofía y software en nuestro país?, son los temas que se tratarán en los siguientes apartados.

CARACTERÍSTICAS Y ATRIBUTOS FUNDAMENTALES

Como ya se ha revisado, desde el punto de vista filosófico y conceptual, acomoda el uso de software libre en pro de la libertad del usuario, pero ahora debemos analizar si el software libre presenta las características y funcionalidades adecuadas para ser utilizado, para finalmente proponer un modelo de desarrollo y negocio desde el software libre. Esto se analizará principalmente desde el punto de vista de la gestión de información geográfica.

Las tecnologías de la geoinformación son la clave para los países en desarrollo, otorgando un variado conjunto de aplicaciones en materias de importancia como la protección y conservación ambiental, gestión urbana, producción silvoagropecuaria, evaluación de indicadores socioeconómicos entre otras. Las tecnologías de la geoinformación incluyen los sistemas de información geográfica (SIG), servicios basados en localización y procesamiento de imágenes obtenidas mediante percepción remota (Cámara and Onsrud, 2004).

La gestión de la información geográfica se realiza a través de SIG, que es una integración organizada de hardware, software, geoinformación diseñada para visualizar, almacenar, manipular y analizar la geoinformación con el fin de resolver problemas complejos de diferente naturaleza, en el que el usuario juega un rol fundamental.

Los SIG son programas bastantes particulares y especiales, por un lado por el tipo de información sobre la cual operan, y por otra, por la dependencias de datos que presentan respecto a la fuente. Mientras que otros programas no necesitan una entrada de datos importantes o su fuente es el mismo usuario, como un procesador de texto, los SIG poseen una alta dependencia a los geodatos de cierta calidad, sin los cuales el software se vuelve de escasa o nula utilidad (Olaya, 2009). Por lo tanto, nuevamente tenemos la limitante de entrada de información comentado anteriormente, con la diferencia de que los geodatos pueden ser generalmente conseguidos con relativa transparencia o precisión.

Pero desde el punto de vista del software mismo, ¿cuáles son las características que idealmente debiera poseer? Steiniger and Hay (2009) describen las características fundamentales de un SIG de aplicación a la ecología del paisaje, las cuales son perfectamente aplicables a cualquier otro SIG:

1. Asegurar el desarrollo, promoción y aplicación universal de los principios y soluciones de la ecología del paisaje. También se requiere un sofisticado y personalizable SIG para las naciones en desarrollo que no pueden afrontar los altos costos de las licencias privadas.
2. La investigación no deber ser limitada por la funcionalidad de la plataforma SIG. Para ello, las opciones de personalización y mejoras funcionales son necesarias para avanzar en la ciencia y soluciones de la ecología del paisaje.
3. El software SIG debe permitir a los investigadores repetir los experimentos y resultados, condición fundamental en la ciencia. Esto solo es posible si todas las condiciones del estudio son conocidas, como los datos y algoritmos implementados.
4. Además, los modelos y algoritmos desarrollados no deberían tener que ser re implementados por otros con el fin de continuar con la investigación o para validar los resultados anteriores. Así, los investigadores deben tener acceso a las

bibliotecas de los modelos originales para su análisis, validación, desarrollo e implementación.

Adicionalmente, Câmara and Onsrud (2004) plantean que se debe extender la innovación a la comunidad en la búsqueda la construcción de un software más rápido, económico y liviano, además de resolver los vacíos generados entre la potencia de los receptores de información y las herramientas para transformar dichos datos en información.

Los software privativos cumplen parcialmente con los puntos señalados por Steiniger and Hay (2009), especialmente fallando al cerrar los algoritmos y fórmulas implicadas en los geoprosos (punto 3). A pesar de que no todos los usuarios se interesarán por analizar dichos algoritmos, si limita a los que lo deseen y que podrían aportar con su trabajo a la búsqueda de soluciones más precisas y exactas.

Considerando las características fundamentales de un SIG planteados anteriormente, se analizarán los atributos informáticos del software libre y de código abierto (FOSS, por sus siglas en inglés) relacionados a los SIG que destacan, señalando posteriormente las alternativas existentes. Los atributos informáticos que le otorgan cierto interés al uso de SIG libres y de código abierto dados los requerimientos planteados por Steiniger and Hay (2009), son: la filosofía, licencia, interoperabilidad, estándares abiertos, acceso, metodología de desarrollado, personalización y modularidad y, adicionalmente, la documentación, las cuales representan en resumidas cuentas, fortalezas del FOSS.

Filosofía y licencia

Se ha comentado ya la filosofía detrás del software libre, la cual es una fortaleza al abogar por las libertades esenciales de los usuarios, siendo éstas protegidas por la ley a través de licencias. Existe numerosos tipos de licencia, pero en la práctica, para simplificar la legalidad, pueden utilizarse “licencias tipo”, la cual es una licencia adaptable a cualquier paquete con sólo cambiar el autor y hacer una referencia al paquete al que se aplica. Organizaciones expertas en el tema son Open Source Initiative, Free Software Foundation y Open Knowledge, las cuales se dedican a revisar y validar la correcta aplicación de las licencia tipo que nos interesan (Sánchez Ortega and De la Cueva, 2009).

De la misma forma que existe la licencia comúnmente conocida “copyright”, existe la licencia tipo atribución y “copyleft”. La diferencia entre las dos últimas son las restricciones que establecen, así en las de tipo atribución, se permite reutilizar cualquier parte de los sistemas con sólo nombrar la fuente, la cual puede comercializarse sin necesidad de decir las partes reutilizadas, por lo tanto no asegura las libertades de los usuarios y es posible que alguien restrinja de las libertades a los usuarios para privatizar las ganancias. En cambio, las licencias de tipo “copyleft” son las que protegen las libertades de los usuarios y obligan a que cualquier redistribución del sistema o software original a poseer exactamente los mismos términos en su totalidad, siendo la más conocida la Licencia Pública General de GNU (GNU GPL, por sus siglas en inglés). También se encuentran variantes, como la GNU Lesser General Public License (LGPL) que protege sólo el componente licenciado, no todo el software o sistema.

Por lo tanto, se puede utilizar la licencia que más idónea de acuerdo a los objetivos del proyecto y modelo de negocio deseado. Lo que es sumamente interesante, es el respaldo legal a un modelo de desarrollo a través de la solidaridad y cooperación en busca del bien común.

Interoperabilidad y estándar abierto

Actualmente, la fortaleza de los SIG libres y de código abierto, no pasa por utilizar un único software. Dado que los diferentes software SIG poseen ventajas y desventajas, lo ideal sería aprovechar las virtudes de cada software, debiendo existir interoperabilidad entre los software implicados. Olaya (2009) define la interoperabilidad como la capacidad de poder emplear conjuntamente aplicaciones y datos diversos de forma que éstos se “entiendan” entre sí y no existan dificultades derivadas del empleo de distintos formatos o estructuras. Dicho “entendimiento” de aplicaciones y datos sólo puede ocurrir de manera óptima si se conoce el código fuente de los programas involucrados y se puede estudiar el formato de los datos, de modo que éstos se puedan leer, modificar y crear. Por lo tanto la condición de “abierto” es esencial para que exista una interoperabilidad global entre diferentes proyectos.

También se requieren estándares abiertos, es decir, acuerdos o consensos de acceso público entre las partes involucradas, el cual permite desarrollar aplicaciones de escritorio y/o web que sean interoperativos. En el ámbito geográfico, el

Open Geospatial Consortium (OGC) es el responsable de desarrollar y promover dichos estándares abiertos (más información en www.opengeospatial.org).

La gran ventaja de utilizar el estándar abierto, es el consenso que existe entre los grupos de expertos desarrolladores, que asegura una buena calidad, facilitando la investigación y desarrollo en el área. Adicionalmente, esto permite crear interesantes aplicaciones orientadas a diferentes usuarios. De ésta manera, se facilita el trabajo multidisciplinario asegurándose la integridad de la información en la comunicación entre los programas involucrados que poseen objetivos y capacidades distintas.

Evidentemente, el software privativo, al cerrar su código, dificulta la interoperabilidad al utilizar estándares propios que intenta imponer en el mercado, con los cuales la población no puede adaptar ni desarrollar elementos para sus propios fines. Afortunadamente, el formato shapefile, ampliamente extendido por Esri, es posible leerse, modificarse y crearse de una amplia gamma programas tanto privativos como libres.

Acceso

Gran parte del atributo de accesibilidad del FOSS se le otorga a la liberación de costo con la cual se distribuye, destacando que dicha gratuidad se aplica a todo el software y no a una parte de él, como ocurre en las versiones de prueba. Debe destacarse que no sólo la licencia es gratuita, sino que son generalmente construidos en sistemas operativos de igual o similar categoría. Esto es una gran ventaja porque no solo se asegura el buen funcionamiento, sino que las mejoras no sólo estarán disponibles para el software utilizado, sino que para todo el resto de los programas y sistema operativo.

Recordemos que la etiqueta de libre no siempre significa gratuidad, sin embargo, de existir algún costo este será significativamente inferior a la licencia privativa. En ello se ha reconocido una ventaja significativa sobre el software propietario al independizarse de las licencias privativas de los programas y sistemas operativos, existiendo una gran oferta de software libre que puede reemplazar y/o mejorar las funcionalidades de las versiones propietarias de atractivo interés para los países en vías de desarrollo (James, 2002).

Muchos de los SIG libres y de código abierto han apostado por extenderse más allá de los límites de los sistemas operativos libres y han trabajado en convertirlos en software de multiplataforma, es decir que puedan ejecutarse en diferentes sistemas operativos, tanto libres como privativos, así como han incorporado en cierta manera, los formatos privados. Esto puede verse como una ventaja y desventaja: ventaja porque facilita la migración a un posterior sistema libre o permite la ejecución de versiones libres y privativas en el mismo sistema operativo mientras se aprende el nuevo programa; y es una desventaja desde el punto de vista del software libre, ya que existe la posibilidad de que el usuario lo considere simplemente como un cambio de herramienta sin reflexionar sobre la ética y libertad que intenta divulgar el movimiento.

El acceso también tiene relación con el usuario, diferentes tipos de usuario necesitarán diferentes tipos de acceso a información, su nivel de procesamiento, capacidades del software, formas de interacción con el software, y puntos de acceso. Una de las grandes ventajas del FOSS es que la interoperabilidad es excelente, por lo que se permite una modularidad y compatibilidad en el flujo de información entre los diferentes programas. Ejemplos específicos van desde que GRASS GIS está más enfocado más a la investigación y análisis avanzados de los geodatos, mientras que Quantum GIS (QGIS) posee una interfaz bastante más amigable (similar a Arc View 9.3) pero con una menor capacidad de geoprocésamiento y funciones geográficas que GRASS, pero es excelente para la visualización y edición de datos espaciales, es por ello que podría considerarse para los usuarios no enfocados al geoprocésamiento exhaustivo de los geodatos, como la visualización/exploración y actualización de la información, tareas comunes en instituciones estatales como municipios. Como consecuencia de la interoperabilidad, es posible visualizar y editar fácilmente la información trabajada en GRASS en Quantum GIS a través de extensiones, para el facilitar el acceso a otro tipo de usuarios, además de gestión de usuarios que posee propiamente GRASS.

Por otro lado, el almacenamiento y acceso puede gestionarse por a través del manejo de base de datos espaciales a través de PostGIS o Spatialite, accedidos a través de una interfaz como QGIS y GRASS, entre otros, con los cuales pueden compartirse la información por red a través de servidores.

Sin embargo, lo más interesante de facilitar el acceso al software, no es que se pueda instalar en la mayoría de las computadoras de trabajo, sino que permiten

analizar información en casi cualquier plataforma considerando un componente humano adecuadamente capacitado.

Metodología de desarrollo

La metodología de programación de código abierto acelera la corrección de errores y producción de mejoras a una velocidad bastante interesante. Al ser el código fuente público, pueden crearse extensiones y/o nuevos módulos de análisis, aumentando las funcionalidades del SIG. Además, al transparentar los algoritmos de los geoprocursos, éstos pueden estudiarse, mejorarse y adaptarse, mejorando la precisión y exactitud de los resultados de dichos módulos de acuerdo los requerimientos de la investigación o consultoría que ejecute el usuario. Hasta hoy, la metodología de programación de código abierto ha demostrado su eficacia y eficiencia en el desarrollo de software potentes y confiables, por lo que la discusión no debiera estar centrada en si este método es funcional o no, sino como es que pueden desarrollarse modelos de negocios en torno a él en nuestro país.

Interesante concepto es el que señaló Hecker (2000) al proponer como producto de Netscape, el código fuente de Netscape, como estrategia para aumentar la competitividad de la empresa. Esto dilucida que la metodología de desarrollo está enfocada a la obtención de productos con una lógica fuera de lo convencional, por lo tanto, a otros tipos de modelos de negocio, los cuales serán tratados más adelante.

Personalización y modularidad

Como consecuencia de los puntos anteriores, existe un alto grado de libertad que permite a los usuarios personalizar las herramientas para sus propias necesidades. Esto es claramente una ventaja competitiva frente al software privativo, aumentando la utilidad y eficiencia de la herramienta. Al permitir personalizar la herramienta es posible crear aplicaciones, módulos y/o procedimientos que automaticen las tareas de los usuarios, liberando entonces tiempo para realizar otras actividades. Evidentemente, se puede pensar que es necesario tener elevados conocimientos informáticos para poder crear o automatizar procesos, cuando en la práctica con algunas horas de aprendizaje básico se pueden crear módulos sencillos que satisfacen al usuario y a la institución a la que pertenecen. Cuando la intervención que se requiere debe ser mayor, se necesitará la ayuda de un profesional cualificado.

Rescatando especialmente al atributo de interoperabilidad, existe o es posible de crear una excelente comunicación entre diferentes software con diferentes capacidades. Esta potencia también ayudará al usuario a elegir y realizar tareas específicas en diferentes programas según la funcionalidad de ellos, sin perder datos en el proceso. Con un mayor conocimiento en programación informática, pueden crearse procedimientos y/o extensiones que combinen la utilización de diferentes programas.

Al igual que las metodologías, los programas deben poder implementarse y producir resultados replicables y coherentes bajo las mismas operaciones. Idealmente, los métodos y las herramientas debieran ser adaptados para las condiciones específicas de análisis para una mejor eficacia y precisión de resultados, lo que es particularmente frecuente en estudios que tengan relación con el territorio. Dicha flexibilidad y consistencia es lo que lo hace permanecer a la metodología y herramienta en el tiempo al ser validado por otros investigadores y profesionales. Este es uno de los requerimientos fundamentales que planteaba Steiniger and Hay (2009) respecto a las herramientas SIG. En su completa concepción, el software libre y de código abierto es el que califica para dicha tarea óptimamente.

Documentación

A pesar de que este no es un atributo informático propiamente tal de los software GIS, es notable increíble documentación que existe en el mundo del software libre y de código abierto, traducido en manuales, video tutoriales, foros y blogs, en que los usuarios socializan las soluciones a los problemas que resolvieron. Además, las mismas aplicaciones poseen una completa documentación que facilitan el auto-aprendizaje. Esto es posible a una comunidad solidaria y colaborativa, que superan con creces a unos pocos empleados pagados.

OPCIONES DE SIG LIBRE Y DE CÓDIGO ABIERTO

Habiendo ya revisado los atributos informáticos propios de los SIG y otros software libres y de código abierto que cumplen con las características fundamentales de Steiniger and Hay (2009) y los objetivos de Câmara and Onsrud (2004), debemos ahora dilucidar si ellos poseen las funcionalidades para realizar las tareas requeridas.

Algunos autores han comparado las funcionales entre SIG libres y privativos o han realizado una revisión de la oferta de funcionalidades (Câmara and Onsrud,

2004; Buchanan, 2006; Olaya, 2009; Sanz and Montesinos, 2009; Steiniger and Hay, 2009; Yagoub and Engel, 2009; Chen et al., 2010), pero se coincide plenamente con Olaya (2009) que se plantea que la oferta de buenos SIG libres y de código abierto es amplia pudiéndose cubrir casi la totalidad de las funcionales ofrecidas por los SIG privativos a un alto costo ético y monetario, además de permitirnos seleccionar el SIG adecuado al tipo de usuario y requerimientos específicos. Esta oferta de funcionalidades no tiene por qué, y de hecho no lo es, cubierta por un único programa,

sino por la interacción de varios de ellos, una de las grandes fortalezas de éstos software, que sólo es posible a través de la interoperabilidad, estándares abiertos y una metodología de programación de código abierto. Una comparativa de las tareas entre algunos SIG de interés se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1: Comparativa de funcionalidades entre diferentes SIG de escritorio.

Tarea	GRASS	QGIS	ILWIS	uDig	SAGA	Open Jump	Map Window	gvSIG	Arc View 9.3 ^a
Visualización/exploración	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Creación/digitalización	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Edición/actualización	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fusión/integración	●			●		○			
Presentación									
Mapas	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Mapas temáticos	●	●	●		●	○			●
Gráficos (ej.: histogramas)	Vía R	●	●		●	○			●
Tablas	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Análisis de superposición									
Raster	●	Vía GRASS	●	Vía jGRASS	●	Vía Sextante	●	Vías Sextante	
Vector	●	●	●	●	●	●	○	●	Parcial
Estadística espacial	Vía R		●	Vía jGRASS	●	Pirol-JUMP	Sólo raster	Vías Sextante	●
Personalización (script/API)	API, Python, Perl	API, Python	ILWIS scripts	API, Groovy	API, Python	API, Jython	API (.Net)	Jython	Python y otros
Importación datos GPS	●	○	●	○	●	○	●	gvSIG Mobile Pilot	●

● provee la funcionalidad; ○ provee la funcionalidad mediante *plugins* (ej. extensiones)

^a ESRI ArcGIS ArcView 9.3: sólo se consideraron las funcionalidades estándar, no las que proveen las extensiones pagadas.

Fuente: Steiniger and Hay (2009)

Como puede en el Cuadro 1, efectivamente otros software SIG libres, de código abierto, son capaces de realizar las mismas funcionalidades de Arc View 9.3, sin considerar las extensiones de éste, que también deben costearse.

Siguiendo con la investigación de Olaya (2009), también se coincide de que los SIG libres y de código abierto han sido creados en su mayoría con la finalidad del

análisis, siendo este superior en muchos casos que los software privativos, lo que es una gran fortaleza de interés para los países en vías de desarrollo donde la mayoría de los trabajos se llevan a cabo en éstos contextos. Sin embargo, lo que se refiere a la edición y producción cartográfica, está más desarrollada en lo privativo, con una fuerte orientación al usuario final. Esto no implica que no sea imposible de realizar en el

software de interés, pero se posee menos flexibilidad y otra lógica y métodos de producción. Afortunadamente, estas brechas no son difíciles de solucionar.

Respecto a los servidores de mapas y clientes ligeros, se posee una amplia oferta de excelente calidad con la cual es posible construir sistemas de información completos con herramientas libres (Olaya, 2009) gracias a la interoperabilidad existente por los estándares abiertos. Por lo tanto, entre más se mejoren dichos estándares y los códigos fuentes de las aplicaciones, mejor será la transferencia de información y aprovechamiento de las capacidades de los SIG y el rendimiento que se puede obtener de los geodatos.

De acuerdo a la experiencia del autor y los estudios señalados, los SIG de escritorio gratuitos, libres y de código abierto que son interesantes para ser desarrollados en nuestro país son GRASS GIS, QGIS y gvSIG, mientras que para la gestión de bases de datos espaciales son PostGIS y Spatialite, considerándose además la herramienta de análisis geoestadístico R. A continuación se presenta una pequeña reseña de cada uno:

- GRASS GIS es sin duda SIG más completo y desarrollado hasta el momento de los mencionados, orientado principalmente al manejo de datos raster y usuarios de experimentados (edición y análisis simple) a investigadores (scripting y programación), muy apropiado para el análisis y geoprocesamiento de volúmenes importantes de datos. Una particularidad de este programa en relación a los demás, es que tiene el atributo modularidad, es decir que el programa es una serie de módulos independientes los cuales pueden ejecutarse individualmente, con o sin interfaz gráfica, lo que evita saturar el sistema operativo con todo el software como se realiza comúnmente con cualquier otro. Además es posible utilizarlo a través de la línea de comando, ahorrando más recursos aún y desde la cual se tiene acceso a todos los otros programas del sistema operativo. Bajo esta lógica, podría afirmarse que GRASS es más sustentable que otro software por evita el gasto innecesario de energía. Finalmente, GRASS no se caracteriza por ser un programa particularmente amigable que facilite únicamente la visualización de geodatos, pero afortunadamente, la nueva interfaz WxPython podría solucionar dicha brecha.
- QGIS posee una interfaz muy similar a Arc View 9.3 lo que facilita la migración. Bastante intuitivo de utilizar, orientado mayormente al manejo de vectorial y apto

para usuario novato (visualización) a investigador (scripting o creación de procedimientos y programación). Las extensiones disponibles en los repositorios de terceros aumentan notablemente las funcionalidades del programa, lo que promete mucho. Además presenta una perfecta integración con GRASS GIS, PostGIS y Spatialite, permitiendo, visualizar, editar y utilizar algunos módulos de los programas a través de una interfaz amigable.

- gvSIG está mayormente orientado al manejo vectorial y se plantea como un software de escritorio interesante, no solamente por sus notables capacidades y rápido desarrollo, sino porque es la plataforma en la que se desarrolla el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y está siendo muy bien considerando en las últimas licitaciones relacionadas al manejo de datos geográficos.
- PostGIS es la base de datos espacial más desarrollada y completa. PostGIS es una extensión para manejar datos espaciales de la popular base de datos relacional PostgreSQL, por lo que posee todas sus virtudes. Es una herramienta muy adecuada para el almacenamiento y geoprocesamiento de grades volúmenes de información, pero está en el mismo nivel de usuarios que GRASS GIS, es decir de experimentados (edición y análisis simple) a investigadores.
- Spatialite, al igual que PostGIS, es la extensión para la base de datos SQLite, la cual es caracterizada por ser ligera, rápida, simple y robusta, en la cual la información se almacena en un solo archivo de extensión *.sqlite. Permite la importación y exportación a formato *.shp, creación de consultas que pueden visualizarse sin alterar la tabla original.
- R es un connotado software de análisis estadístico que complementa las funcionalidades de los demás software. Debido a que las funcionalidades requirieren de conocimientos específicos de análisis y su usabilidad no es intuitiva, no es apto para usuarios novatos y requiriere de un buen conocimiento de su funcionamiento.

Finalmente, cabe destacar que PostGIS y Spatialite, pueden gestionarse gráficamente con GRASS, QGIS y gvSIG sin presentarse pérdidas o incompatibilidades de información. Entonces, los diferentes proyectos de programas SIG de escritorio “no restan” sino que “suman” al poder trabajar integradamente, lo que generalmente no ocurre en el software propietario.

MODELOS DE NEGOCIO Y DESARROLLO

Evidentemente un modelo de negocio basado en el software libre no calza con el clásico modelo de “inventar, mejorar” algo y cobrar por ello restringiendo su uso, dicho modelo, la cual es la forma simple de hacer negocio. En dicha lógica, muchas ventajas competitivas se basan en “ser el único” o de los pocos que posee, en este caso, la tecnología y licencia de un programa; mientras que en el otro, se compite por “ser el mejor”, lo que es mucho más complejo y de mayor valor.

El planteamiento está más orientado a mejorar los elementos fundamentales para el desarrollo a través de la libertad. Con una base sólida es posible construir una serie de conocimientos, técnicas y herramientas en pro de una mejor solución a los problemas, tal es el caso del CORINE Land Cover, sobre el cual se han desarrollado varios modelos e índices útiles para la gestión territorial. A continuación se profundizará en el modelo de desarrollo y negocio.

Identificando a los actores

En primer lugar, debemos reconocer a los actores del modelo, usuarios y desarrolladores, para luego presentar los modelos de negocios que podrían establecerse. Actualmente, el uso de SIG está bastante extendido a todas las profesiones y organizaciones que trabajen con datos geográficos, por lo que el universo es amplio. Respecto a los desarrolladores, podría considerarse a la comunidad como el principal desarrollador del software de código abierto, pero en un SIG no ocurre lo mismo. Câmara and Onsrud (2004) sistematizaron los desarrolladores y clasificaron 70 proyectos SIG registrados en freegis.org al 2004 (actualmente 352) desde el punto de vista de la propiedad intelectual en conjunción con su impacto en el mercado (Cuadro 2), determinando que sólo cuatro (6%) software eran desarrollados por una red de trabajo en equipo, mientras que el 37 (53%) correspondían a proyectos individuales, equipos pequeños de hasta 3 personas que programan en su tiempo libre. No es menor que 29 (41%) son desarrollados por corporaciones. Sin embargo, aunque los proyectos nacidos orientados a la innovación, desarrollados por equipos de personas sean minoritarios, son los grandes reconocidos: GRASS y R.

Cuadro 2: Clasificación de los proyectos SIG de código abierto.

Desarrolladores	Total	Post-maduro	Orientación a estándares	Orientación a la innovación
Proyectos individuales	37 (53%)	12	19	6
Trabajo en equipo	4 (6%)	1	1	2
Corporaciones	29 (41%)	6	18	5
Total	70	19 (27%)	38 (54%)	13 (19%)

Fuente: Câmara and Onsrud (2004).

De acuerdo a los datos presentados en el Cuadro 2, Câmara and Onsrud (2004) concluyen los siguientes puntos:

- Tanto los proyectos desarrollados por corporaciones y pequeños equipos, poseen una fuerte orientación al modelo de estándares, que surgen cuando existen estándares consensuados y consolidados que permiten producir una variada gama de soluciones compatibles en el mercado, como por ejemplo el lenguaje Standard Query Language (SQL) en las bases de datos. Para el caso de los datos geográficos, esto es reflejo de la directa influencia del consorcio OpenGIS.
- La consecuencia de la fuerte orientación al modelo de los estándares es un bajo porcentaje de proyectos de bajo un modelo de innovación (19%), lo que indica que el diseño de los programas SIG de código abierto están principalmente basados en modelos de estándares y post-maduros en busca de disminuir el costo de las licencias y evitar el monopolio comercial. Los modelos post-maduros son aquellos que surgen en mercados altamente consolidados, donde ser perciben fácilmente los beneficios de los programas de código abierto, como por ejemplo de la suite ofimática LibreOffice como alternativa a la de Microsoft Office.
- Las universidades no están interesadas, por lo general, en mantener proyectos a largo plazo ya que solo cuatro proyectos SIG de código abierto provienen de dichas instituciones, versus los 29 de corporaciones y 17 de compañías privadas. Seguramente esto ocurre debido a los costos de manutención y soporte que podrían implicar.

Otras conclusiones interesantes del mismo estudio, es la comparación entre la madurez, soporte y funcionalidad de los proyectos SIG por tipo de desarrolladores. Nuevamente los proyectos desarrollados por el trabajo en equipo son los líderes indiscutibles en los tres aspectos, seguidos por muy de cerca por los proyectos de las corporaciones. Los puntajes inferiores de los proyectos individuales son esperables debido a que no están en condiciones de ofrecer un desarrollo tan fluido debido que deben atender otros asuntos personales, además de que los usuarios SIG son significativamente inferiores a los usuarios de suite ofimáticas. Por lo tanto, las corporaciones y redes de trabajo han sido el entorno más adecuado para el desarrollo programas SIG a largo plazo, lo que se contradice con la lógica general de producción de software libre.

Modelos de negocio basados en software libre y de código abierto

Desde los inicios del movimiento de software libre se han propuesto modelos de negocio, ya que el movimiento admite el negocio, pero no el monopolio ya restricción de las libertades a los usuarios. El modelo se basa principalmente en la experticia y no en la privación, entonces si la herramienta es universal y accesible, gratuita o no, sólo queda elaborar estrategias de mejor uso y personalización. Análogicamente, la ley es de libre acceso, no necesariamente gratis, pero de todas maneras se siguen contratando abogados expertos en la temática jurídica que se requiera, a pesar que se tiene el acceso libre para estudiar la ley. De esta forma debieran comprenderse los negocios basados en software libre.

Los modelos de negocios podrían clasificarse a grados rasgos en dos grandes grupos: (1) los no enfocados en el software, y (2) los enfocados al software. En el primer grupo se prioriza la asesoría experta en el uso y capacitación en la resolución de problemas utilizando una herramienta libre y/o de código abierto, mientras que en la segunda se enfoca al fortalecimiento y desarrollo personalizado de dicha herramienta. Al respecto, Megías Jiménez et al. (2009) distinguen los siguientes modelos:

Especialistas/verticales. Centradas principalmente en el producto de software libre y que eventualmente pueden adoptar modelos mixtos de doble licencia, de accesorios propietarios, de venta distribuida del producto, o bien modelos de comercialización de servicios sobre el producto, como el software como servicio.

Servicios asociados. Servicio de desarrollos a medida, la selección, instalación, integración, certificación técnica, formación, soporte y mantenimiento de productos; que eventualmente se pueden orientar a la distribución de plataformas, a la integración a gran escala o al servicio de pequeñas empresas y microempresas.

Mercados auxiliares de hardware. En conjunto con el software libre complementan una orientación principal de negocio a la venta de productos físicos o bien directamente al negocio de los contenidos accesibles desde un determinado hardware.

Otros mercados auxiliares. Como las herramientas de colaboración, las certificaciones legales, la venta de libros o el merchandising.

A similar conclusión llega Miralles (citado en Ramón Díaz, 2004), determinando los siguientes tipos de empresas, no necesariamente excluyentes:

1. **Empresas que distribuye el software libre**, como RedHat o OpenGeo en el ámbito SIG, que adaptan o integran diferentes programas para ofrecer una plataforma personalizada con valores agregados, facilitando la migración y generalmente ofreciendo el servicio de formación y/o consultoría.
2. **Empresas que dan soporte, consultoría o formación en software libre**, debido a que un tema es que la herramienta sea potente y confiable, y otra es que se domine para obtener resultados óptimos. Para ello se requiere de personal cualificado que dé respuesta a los requerimientos de los clientes. También se puede ofrecer el servicio de "diseños a medida".
3. **Empresas que se apoyen en el desarrollo de software de código abierto**, con el objetivo de aumentar su competitividad e independizarse de los proveedores, se aplica el concepto de coopectencia, en el que empresas competidoras buscan escenarios ganador-ganador, bien para incrementar el valor del producto, o bien para incrementar el mercado (Megías Jiménez et al., 2009).
4. **Empresas que utilizan el programa de código abierto como usuarios finales**, puede que no renten por el uso del software, pero lo utilizan por valor agregado, disminución de costos operativos y de licencia o razones ideológicas, de todas maneras, son importantes promotores y validadores de la funcionalidad del software libre y/o código abierto, pudiendo en el futuro aportar con el desarrollo

del programa, o de lo contrario, como informantes de los falencias y requerimientos para los programadores.

5. **Empresas de venta de accesorios para el software libre**, relacionado a la venta satélite de documentación y publicaciones en general.

Con esta pequeña revisión de modelos y tipologías de empresas fundadas en base al software libre y/o código abierto, puede comprenderse que si es posible generar un negocio, los cuales representan un nicho lleno de oportunidades de emprendimientos no explotados en nuestro país. Sin duda este estilo requiriere de una constante mejora de los servicios, donde los clientes tienen la libertad de elegir a quién les entregue la mejor oferta en calidad, creando un mercado de real libre competencia, elementos que no existen cuando Microsoft, o sus socios, son los únicos que pueden ofrecer soporte, o Esri en nuestro caso. Entonces, estos modelos definitivamente apuntan a solucionar los problemas de los clientes en lugar de entramparlos, constituyéndose estilos de redes comerciales bastantes más complejos y enriquecidos que los convencionales basados en restringir las libertades del usuarios.

El rol de la universidad y el Estado

Los modelos presentados hasta el momento omiten el rol de las universidades y el Estado, puesto que están elaborados desde la perspectiva de la empresa. Las universidades y el Estado son elementos fundamentales de la sociedad y, según la opinión del autor, debieran tener un rol protagónico en un modelo de desarrollo basado en la solidaridad y colaboración, para este caso, de gestión de la información geográfica.

Los datos deben ser procesados para ser transformados en información, la cual tiene un sentido y es útil para el usuario entre otras características. Dicha transformación requiere de conocimientos y/o métodos de procesamiento, de los cuales las universidades y centros de investigación debieran ser los principales proveedores. Idealmente, debieran también ser una fuente activa de innovación y mejoramiento de herramientas de análisis, algoritmos de geoprocursos y personalizaciones a través de trabajos de pre o post-grado, en las que seguramente deban establecerse alianzas entre las carreras involucradas. Es así como geografía, agronomía e ingeniería forestal entre otras, pueden aportar con modelos de análisis desde su especialidad e ingeniería informática con el trabajo de programación y automatización de tareas. Esto se contradice con las conclusiones de Cámara and

Onsrud (2004) respecto a que las universidades aparentemente no son el escenario ideal para desarrollar proyectos a largo plazo, pero no tienen por qué desarrollar un proyecto nuevo, pueden contribuir a los programas que a los que les interese capacitar a sus estudiantes, como los propuestos anteriormente.

El Estado por su lado, considerando su rol en el fomento de una cultura de la información y búsqueda del mayor bien para la nación, el software libre es la tipología de herramienta informática que mayor impacto positivo tendrá sobre la población. Cornella (1998), reflexiona respecto al rol de gobierno en relación a la Cultura de la Información y concluye lo siguiente:

Es importante destacar, sin embargo, que los gobiernos tienen una gran responsabilidad en este punto. Porque la gente no es, por lo general, suficientemente consciente de la importancia que va a tener disponer de una cultura informacional en el futuro. Ocurre aquí algo parecido a lo que ocurre con la educación: puesto que la gente no percibe la importancia, tanto para sí misma como para la sociedad, de la educación generalizada, es preciso establecerla como obligatoria. Así, puede que sea preciso que el Estado actúe generando información, o estimulando -incluso financiando- la producción de un substrato suficiente de información de origen nacional, tanto para el ocio como para el negocio, con el fin de que esa infraestructura permita sacar un mayor rendimiento, y conseguir una mayor impacto en la economía y sociedad, de las infraestructuras que sin duda deberán establecerse.

Si el Estado comprendiese la potencialidad y valor de esta idea, debiera desarrollar, utilizar y fomentar el software libre y de código abierto, ya que no solamente estaría entregándole a la nación una buena y consensuada herramienta para la solución de problemas, sino que estaría favoreciendo un mercado de libre competencia donde el prestigio estaría dado por la calidad del servicio al cliente y no por el manejo de licencias, donde se crearían soluciones adaptadas al contexto de nuestro territorio nacional, lo que sería de gran valor. También Chile disminuiría drásticamente sus problemas de piratería y tendría un sistema de reconocimiento de propiedad intelectual más legalizado que el actual, pudiendo llegar a ser, el país de la

OCDE con la menor tasa de piratería. Adicionalmente, se estaría promoviendo una sociedad solidaria, colaborativa y algunos elementos para desarrollar una sociedad de la información y del conocimiento. Finalmente, y con la más alta importancia, se protegería la libertad de los ciudadanos en términos informáticos por lo menos, siendo un paso a una equidad social, no limitando a las personas al acceso de herramientas por limitaciones económicas.

Ghosh & Krieger (citado en Câmara & Onsrud, 2004) plantean argumentos para la adopción de software de código abierto para las instituciones públicas, los cuales son: (1) menor costo, de hecho puede esperarse una reducción del 50% de las inversiones iniciales, favoreciendo los proyectos a grandes escalas y posibilitando replicación de soluciones; (2) independencia de la tecnología propietaria, de la que muchos gobiernos se preocupan ya que perciben la excesiva dependencia a un pequeño número de vendedores; (3) seguridad, los sistemas libres y de código abierto han demostrado ser sistemas y programas sumamente seguros y estables, sobre los cuales sería más confiable construir soluciones especializadas; (4) acceso a la eficiencia y menor costo; y (5) posibilidad de desarrollar aplicaciones personalizadas con programadores locales y redistribuir el producto, mejorado la eficiencia y servicios del producto. Pero obviando que la necesidad de compartir información, el Estado también debe velar por los problemas éticos y de licencias que pudieran ocurrir, que con el software libre tendrá mecanismos más eficientes y menos engorrosos que los actuales derivados de software privativo (Wenjing, 2011).

Los programadores individuales de software libre y de código abierto, son personas con fuertes convicciones en que su trabajo, voluntario y no remunerado durante su tiempo libre, beneficia a la comunidad, pero no es posible que den a basto en ofrecer un servicio completo e integral como se ha expuesto anteriormente. Es por ello, es que la universidad es un excelente escenario para avanzar en el software libre y de código abierto a través de académicos comprometidos, que guíen a sus estudiantes en trabajos prácticos en pro del bien común, trabajos que le serán de utilidad en su posterior desempeño profesional. Por el lado del Estado, al comprender los beneficios de esta concepción, podrían contratar profesionales para el mejoramiento de las herramientas de las cuales él y la ciudadanía es usuario. Dichas acciones significarían un tremendo impacto positivo a lo largo y fuera del país.

REFLEXIONES FINALES

Considerando el análisis de Hecker (2000), podemos resumir la temática en tres puntos de vista: (1) el moral, correspondiente al movimiento del software libre que plantea que los usuarios debieran ser libres de compartir; (2) el técnico y de investigación, en el que debiéramos poder trabajar con otros para crear programas y métodos útiles y de gran calidad; y (3) el comercial relacionado al desarrollo colaborativo, reconociendo que no es posible satisfacer la demanda de innovación por nosotros mismos, pudiendo construir una comunidad más grande, leal, productiva, flexible que nuestros competidores (cooperencia).

Habiéndose revisado el contexto del software libre y de código abierto, sus atributos y la oferta de funcionalidades de software libres y de código abierto SIG, se determina que la migración es perfectamente posible, pudiéndose utilizar nichos de mercados aún no explotados en nuestro país a través de modelos de negocios perfectamente viables y rentables basados en la solidaridad y colaboración, que serían de gran relevancia para el desarrollo de nuestro país, solucionando además, el problema de la piratería informática, la cual es más sencilla reemplazar por programas gratuitos de alta calidad, los cuales existen.

Algunas propuestas en las que se debiera trabajar para mejorar los SIG libres y de código abierto son: (1) mejorar las interfaces gráficas para facilitar interacción con el usuario, (2) avanzar más aún en la integración modular y personalizaciones a medida, en la que cada universidad o carrera podría tener su propia biblioteca de módulos para sus análisis específicos; (3) mejorar y facilitar los sistemas de producción cartográfica; (4) facilitar la migración tecnológica; y (5) desarrollar más proyectos orientados a la visualización, actualización y creación básica de información a través de plataformas web como i3Geo.

Este cambio tecnológico, implica salir de la “comodidad” impuesta por una fuerte estrategia empresarial para obtener la libertad, que literalmente, puede no costar nada de dinero, pero aún así se presenta en una inercia que no es fácil de romper. Esta comodidad es producto de una fuerte estrategia empresarial de parte de Microsoft que ha llevado a las personas ni siquiera cuestionarse si es que Microsoft es la única opción, en esto falta más educación y menos marketing proveniente de un monopolio. En esta migración tecnológica, se necesitará aprender a utilizar la nueva plataforma,

donde los usuarios novatos suelen invertir una gran cantidad de tiempo inicial, pero luego se ve retribuida en una alta productividad.

Tanto las universidades como colegios, y ojalá el Estado, debieran entrar en conciencia de éstos temas para que los transmitan a sus estudiantes, y así superar la brecha en el conocimiento y usabilidad de sistemas operativos libres. La usabilidad de ellos, a juicio del autor, está muy trabajada y siguen haciéndolo, siendo sistemas muy intuitivos, incluso más que el mismo Windows.

Finalmente, cabe destacar que el software puede formar parte de una cosmovisión, tal como lo demuestra el movimiento social del software libre, pero ello implica que no solo se considere al software como una herramienta aislada, sino que posicionada dentro de dicha cosmovisión, en el contexto que le corresponde. La educación y la información son entonces fundamentales otorgar a los usuarios los elementos necesarios para que tengan la opción de decidir conscientemente, a través de una visión crítica, lo que implica usar la herramienta escogida, al igual que los consumidores quieren saber si el bien comprado cumple con ciertos estándares ambientales y sociales.

BIBLIOGRAFÍA

BUCHANAN, T. R. (2006): "Comparison of geographic information system software (ArcGIS 9.0 and GRASS 6.0): implementation and case study", Master's thesis, Fort Hays State University.

BUSINESS SOFTWARE ALLIANCE (2011): "Chile reduce a 62% su tasa de piratería de software". En BUSINESS SOFTWARE ALLIANCE. Disponible en: http://portal.bsa.org/globalpiracy2010/downloads/press/pr_chile_spanish.pdf (Accedido el 23 de agosto de 2011).

CHEN, D.; SHAMS, S.; CARMONA-MORENO, C. y LEONE, A. (2010): "Assessment of open source GIS software for water resources management in developing countries". *Journal of Hydro-environment Research* 4(3), 253 - 264.

CORNELLA, A. (1998): *¿Economía de la información o Sociedad de la información?* ESADE.

CÂMARA, G. y ONSRUD, H. (2004): "Open Source GIS Software: Myths and Realities". En JULIE M. ESANU y PAUL F. UHLIR: *Open Access and the Public Domain in Digital Data and Information for Science*, pp. 127-133.

HECKER, F. (2000): "Setting Up Shop: The Business of Open-Source Software". Disponible en: <http://hecker.org/writings/setting-up-shop> (Accedido el 24 de agosto de 2011).

JAMES, J. (2002): "Low-cost information technology in developing countries: current opportunities and emerging possibilities". *Habitat International* 26(1), 21 - 31.

MEGÍAS JIMÉNEZ, D.; ALBÓS RAYA, A.; BRU MARTÍNEZ, L. y FERNÁNDEZ MONSALVE, I. EURECA MEDIA, S., ed. (2009): *Aspectos económicos y modelos de negocio del software libre, Vol. 1*. Primera edición: septiembre 2009© Amadeu Albós Raya, Lluís Bru Martínez, Irene Fernández Monsalve.

MONTUSCHI, L. (2001): *Datos, información y conocimiento. De la Sociedad de la Información a la Sociedad del Conocimiento*. Serie Documentos de Trabajo de la Universidad del CEMA, N 192.

OLAYA, V. (2009): "Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo". En INGENIERÍA SIN FRONTERAS, ed.: *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*, Ingeniería Sin Fronteras.

RAMÓN DÍAZ, J. (2004): *Nuevos Modelos de Negocio basados en Software Libre*. Tesis de Magister, Universidad Nacional de Educación a Distancia.

SANCHÉZ ORTEGA, I. y DE LA CUEVA, J. (2009): "¿Son libres los geodatos libres?". En 'VI Jornadas Técnicas de la IDE de España JIDEE2009, IDE, aplicaciones al planeamiento y la gestión del territorid.

SANZ, J. y MONTESINOS, M. (2009): "Reseña de herramientas de SIG libre". En INGENIERÍA SIN FRONTERAS, ed.: *Cuadernos internacionales de tecnología para el desarrollo humano*.

STALLMAN, R. (2010): "Por qué el código abierto pierde el punto de vista del software libre". Disponible en: <http://www.gnu.org/philosophy/open-source-misses-the-point.es.html> (Accedido el 9 de Agosto de 2011).

STALLMAN, R. (2009): "Por qué el software no debe tener propietarios". Disponible en: <http://www.gnu.org/philosophy/why-free.es.html> (Accedido el 17 de Agosto de 2011).

STEINIGER, S. y HAY, G. J. (2009): "Free and open source geographic information tools for landscape ecology". *Ecological Informatics* 4(4), 183 - 195.

WENJING, L. (2011): "Government information sharing: Principles, practice, and problems -- An international perspective". *Government Information Quarterly* 28(3), 363 - 373.

YAGOUB, M. y ENGEL, B. (2009): "Remote Sensing and Geographic Information Systems in Developing Countries: Case of the United Arab Emirates (UAE)". *Journal of Terrestrial Observation* 1(2), 8.