

EL PROGRAMARI LLIURE A DEBAT: EL PROGRAMARI LLIURE, L'ÚLTIM TREN DE L'EMANCIPACIÓ TECNOLÒGICA

Orestes Mas¹, Leopold Palomo², Rafael Carreras³, Eduard Fabra⁴ i Francesc Genové⁵

En aquest article s'exposen les diverses raons per les quals l'Administració pública s'hauria d'implicar en l'adopció i el desenvolupament del programari lliure. En primer lloc, es fa un repàs als conceptes més importants relacionats amb aquest tipus de programari, i s'aclareixen els dubtes i les concepcions equivocades més freqüents que l'envolten. Seguidament, s'exposen els avantatges generals del programari lliure per tractar després els avantatges concrets que té la seva adopció per part de les administracions públiques, i es fa èmfasi especial en les àrees de la docència, la recerca i els serveis als ciutadans i a la societat. Finalment, es comenten les directrius bàsiques per tal que la migració al programari lliure es faci amb les màximes garanties d'èxit.

Sumari

1. Introducció
 - 1.1 El programari lliure dona llibertat
 - 1.2 Idees equivocades sobre el programari lliure
2. Els avantatges de la llibertat
 - 2.1 Millor qualitat
 - 2.2 Més fiabilitat i estabilitat
 - 2.3 Eliminació del canvi forçós
 - 2.4 Cost més baix
3. El paper de l'Administració pública
 - 3.1 El programari de l'Administració
 - 3.2 Localització i traducció

¹ Orestes Mas és doctor enginyer de telecomunicació, professor titular de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i membre de Caliu (*Catalan Linux Users*).

² Leopold Palomo és enginyer industrial, tècnic de suport a la recerca de la UPC i membre de Caliu.

³ Rafael Carreras és tècnic de laboratori. Actualment, treballa al Laboratori General d'Assaigs i Investigacions de la Generalitat de Catalunya. És membre de Caliu.

⁴ Eduard Fabra és programador informàtic i vicepresident de Caliu.

⁵ Francesc Genové és tècnic informàtic i president de Caliu.

- 3.3 L'e-govern i la utilització d'estàndards oberts
 - 3.4 Seguretat
 - 4. El programari lliure a la docència
 - 4.1 Llengua
 - 4.2 Qualitat educativa
 - 4.3 Descoratjament de la còpia il·legal
 - 4.4 Estalvi
 - 4.5 Immunitat davant dels virus
 - 4.6 No-discriminació
 - 5. Innovació i recerca
 - 5.1 La distribució del coneixement
 - 5.2 La patentabilitat del programari
 - 6. Migració
 - 7. Conclusions
-

1. Introducció

En els darrers temps es percep un augment notable de la presència mediàtica del programari lliure. Allò que era un tema restringit a col·lectius altament tecnificats està arribant ara a amplis sectors de la població a través de la ràdio, la premsa, la televisió i la Internet mateixa, les quals no fan sinó reflectir l'impacte creixent que té aquest tipus de programari en la vida quotidiana. Però sovint, malauradament, el tractament periodístic que es dona al tema és incomplet, erroni o clarament tendenciosos. Els motius són diversos: d'una banda hi ha el grau de desconeixement d'aquest fenomen fins i tot entre els professionals de la informació. De l'al-

tra, la difusió interessada de dades esbiaixades per part de sectors contraris al programari lliure, entesos a sembrar la por, la incertesa i el dubte⁶ en les persones amb capacitat de decisió sobre les tecnologies de la informació i les comunicacions als diversos sectors.

Certament, des de l'altre costat es cau massa sovint en la demonització pueril de determinades companyies de programari propietari, i s'utilitzen arguments passionals i/o simplistes que ajuden molt poc a convèncer dels beneficis que porta associats el programari lliure als qui s'hi acosten per primera vegada. D'aquesta manera es fa un magre favor a la difusió d'aquest nou paradigma. En una

⁶ FUD, inicials en anglès de *Fear, Uncertainty, Doubt*.

etapa com l'actual, en què el programari lliure encara és força desconegut per sectors socials amplis, cal començar les explicacions exposant clarament els conceptes i rebatent els FUD i els prejudicis més obvis amb una argumentació serena i rigorosa que eviti caure en la mera desqualificació.

En conseqüència, aquest article no pretén afirmar de manera dogmàtica que el programari propietari és intrínsecament dolent, o que s'hauria de prohibir, sinó que s'hi defensa que cal adoptar el programari lliure simplement per la seva superioritat en els terrenys econòmic, social i tecnològic, com es desprèn d'allò que s'exposa a continuació.

El programari lliure atorga a l'usuari quatre llibertats fonamentals: d'usar-lo; d'estudiar com funciona i, si escau, adaptar-lo; de distribuir-ne còpies, i d'introduir-hi millores i fer-les públiques.

Però, abans d'entrar en matèria, cal fer una puntualització: al llarg de l'article es fa referència a llibres, articles i documents de diversa índole per tal de sustentar les argumentacions. En un tema de tanta actualitat com aquest, la majoria d'aquesta informació també és accessible a través d'Internet i per tant de fàcil accés per al lector.

Per aquest motiu s'ha optat per incloure en la mesura del possible les referències en forma d'adreces d'Internet (URL), malgrat el risc que aquests enllaços deixin de ser vàlids algun dia. De moment, tots els enllaços a documents en línia han estat comprovats i se'n garanteix la validesa a l'abril de 2004.

1. 1. El programari lliure dóna llibertat

Richard Stallman, creador del projecte GNU⁷ i principal impulsor del concepte de programari lliure, defineix aquest darrer com el programari que atorga *simultàniament* quatre llibertats fonamentals⁸:

1. La llibertat d'usar-lo amb qualsevol finalitat.
2. La llibertat d'estudiar com funciona i, si escau, adaptar-lo a les nostres necessitats.
3. La llibertat de redistribuir còpies del programari a tercers.
4. La llibertat d'introduir-hi millores i de fer-les públiques a fi que se'n beneficiï tota la comunitat.

Per tal que aquestes llibertats essencials tinguin sentit, cal que els usuaris del programari lliure tinguin accés al codi font⁹ dels programes, altrament és impossible modificar-lo i només es pot intentar estudiar el seu funcionament emprant tècniques d'enginyeria inversa que són molt complexes o fins i tot il·legals en alguns països.

Hi ha diverses llicències que poden associar-se al programari i que permeten distribuir-lo com a lliure. Entre elles podem citar la llicència de la fundació

⁷ El projecte GNU és una iniciativa engegada el 1984 per Richard Stallman amb l'objectiu de desenvolupar un sistema operatiu en l'estil UNIX però que fos de programari lliure (GNU és un acrònim recursiu, en la tradició hacker, per «GNU's Not UNIX»). Vegeu FREE SOFTWARE FOUNDATION, 2004. Disponible a: <<http://www.gnu.org/>>.

⁸ Vegeu <<http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>>.

⁹ El codi font d'un programa és el conjunt d'instruccions que el formen, escrites en un llenguatge entenedor per als programadors com ara el C++, BASIC, Java, etc. És el concepte oposat al de codi objecte, o conjunt d'instruccions destinades a ser executades pel processador i que s'obtenen del codi font a través de processos automàtics de traducció com ara la compilació o la interpretació.

Apache¹⁰ o la del *consorci X11*. Malauradament, algunes d'aquestes llicències permeten que qualsevol persona o entitat pugui «apropiar-se» del programari i convertir-lo en programari propietari tot canviant-li la llicència. Un exemple d'això és el programa propietari —i molt car— PSPICE, dedicat a la simulació de circuits electrònics, que deriva d'un programa lliure desenvolupat a la Universitat de Califòrnia, a la dècada de 1970.

Per impedir aquesta mena d'apropriacions, el projecte GNU va crear la llicència *General Public License* (GPL)¹², la qual, a més d'assegurar les quatre llibertats esmentades, obliga que qualsevol programa amb llicència GPL mantingui aquesta llicència en les successives versions modificades que es distribueixin, sense poder-li afegir restriccions addicionals. Així es dota de protecció legal el programari lliure, de la mateixa manera que les llicències que acompanyen el programari propietari impedeixen legalment qualsevol còpia, modificació o ús no autoritzat. Amb el temps, la llicència GPL ha esdevingut majoritària al món del programari lliure, tot i que per raons diverses hi ha aplicacions importants que es decanten per altres llicències.

1.2. Idees equivocades sobre el programari lliure

Com ja s'apuntava anteriorment, al voltant del programari lliure s'han generat tota una sèrie de malentesos i falsedats que cal combatre amb vehemència. Vet aquí algunes de les més importants.

El programari lliure NO és programari gratuït

Lliure i *gratuït* no són sinònims. Aquesta confusió té el seu origen en el fet que el terme anglès *free* té les dues

accepcions, cosa que és utilitzada sovint pels detractors del programari lliure per presentar-lo com a «sense valor», apel·lant a la idea subconscient que tota cosa valuosa té un cost monetari. Tanmateix, obtenir programari lliure sempre porta associat un cost d'adquisició (ni que sigui el cost del CD-ROM on es copia, o el de la connexió a Internet a través de la qual es descarrega) i també es paga per una documentació en paper, suport, formació i administració de sistemes, igual que es fa amb el programari propietari.

El programari lliure és tan comercial com el propietari

De forma relacionada amb l'anterior punt, sovint es titlla el programari lliure de programari «no comercial», amb la intenció de desencoratjar-ne l'adopció per part de les empreses. Tanmateix, no hi ha res en la definició de programari lliure que impedeixi treure'n un profit econòmic, si així es creu oportú. De fet, així ho fan moltes empreses com la veterana IBM o les més joves Red Hat, Mandrake, SuSE i tantes altres, les quals desenvolupen programari lliure rellevant per explotar-lo comercialment de formes molt diverses. Això sí, amb el programari lliure no té massa sentit basar el negoci en la venda de llicències a preus elevats perquè la competència potencial és ferotge: qualsevol persona té dret a obtenir una còpia del programari i vendre'l al seu torn al preu que més li plagui.

El programari lliure no té perquè «carregar-se» el sector

Molt sovint es fa referència al conjunt d'empreses que basen el seu negoci en el programari com a «indústria del programari». Tanmateix l'ús d'aquesta terminolo-

¹⁰ Vegeu <<http://www.apache.org/licenses/>>.

¹¹ Vegeu <<http://www.xfree86.org/legal/licenses.html>>.

¹² Vegeu <<http://www.gnu.org/licenses/licenses.html>>.

gia és maliciós perquè, com assenyala encertadament Eric Raymond¹³, presenta com a manufacturera (venda de llicències) una activitat que s'enquadra *majoritàriament* dins del sector serveis (suport, desenvolupament a mida, etc.). En conseqüència, el raonament que «el programari lliure farà baixar els preus i per tant es carregarà la indústria del programari», no té cap fonament. Fins i tot és positiu per a la majoria de les empreses de programari, perquè reduir el cost d'un bé tendeix a incrementar, enlloc de reduir, la inversió total en la infraestructura que el sustenta. Per exemple, quan el preu dels cotxes baixa, la demanda de tallers mecànics puja. Amb el programari passa una cosa semblant: si un programa determinat és més fàcil d'obtenir, s'incrementarà la demanda de més suport, personalització, etc. associada a ell. El sistema GNU/Linux¹⁴ n'és, ell mateix, un clar exemple. El que sí que succeeix és que, en un context de competència entre el programari lliure i el propietari, probablement les empreses que viuen totalment o parcial de la venda de llicències hauran de reorientar¹⁵ la seva línia de negoci o desaparèixer, però aquest és un fet normalment acceptat en una economia de mercat i que es produeix diàriament en tots els sectors empresarials. En aquest escenari no hi ha monopoli possible.

El programari lliure permet la innovació de forma més eficient

Aquest és un tema important que afecta directament la capacitat tecnològica present i futura del país. Mereix un tractament especial, el qual s'aborda en una secció posterior titulada «Innovació i recerca».

Cal no confondre el programari lliure amb el «codi obert» i el «codi compartit»

El «codi obert», *open source* en anglès, és un terme promogut per Eric Raymond i la *Open Source Initiative*. Tal com està definit¹⁶ és equivalent al programari lliure, però hi ha argumentacions interessades que fan èmfasi únicament en els aspectes tècnics del terme (és a dir, la possibilitat d'accedir lliurement al codi font) i obvien els relacionats amb la llibertat. Com que això es presta sovint a confusions, és un terme desaconsellat i criticat per Richard Stallman i la *Free Software Foundation*. En aquest document no s'emprarà, malgrat que sí que ho fan algunes de les referències bibliogràfiques que l'acompanyen.

D'altra banda, la iniciativa «codi compartit» (*shared source*) és un invent de Microsoft¹⁷ per donar la impressió de transparència davant les acusacions reiterades de presència de reraportes¹⁸ (*backdoors*) en el seu programari. Breument, consisteix a posar part del codi font del seu programari a disposició¹⁹ d'alguns col·lectius i organismes perquè sigui analitzat. Aquesta iniciativa i els seus efectes reals sobre la seguretat són objecte d'anàlisi i crítica en una secció posterior, per la qual cosa no s'hi entra en detalls aquí.

2. Els avantatges de la llibertat

Evidentment, el títol d'aquesta secció és deliberadament provocador, atès que a ningú se li acut dir que la llibertat és un desavantatge. Tanmateix,

¹³ RAYMOND, 2001a.

¹⁴ GNU/Linux és l'associació d'un nucli de sistema operatiu anomenat Linux amb totes les eines de programari desenvolupades pel projecte GNU.

¹⁵ Per a una discussió més completa sobre els diferents models de negoci basats en el programari lliure es pot consultar GONZÁLEZ BARAHONA *et al.*, 2003, secció 5.2.

¹⁶ Vegeu <<http://www.opensource.org/docs/definition.php>>.

¹⁷ Vegeu <<http://www.microsoft.com/resources/sharedsource/default.aspx>>.

¹⁸ Les reraportes o portes del darrera, són mecanismes que permeten l'accés i el control —generalment remot— a un sistema informàtic sense coneixement dels seus usuaris i/o administradors.

¹⁹ Sota contracte, amb clàusules i condicions molt estrictes per evitar la difusió del codi.

acostuma a succeir que un grau més gran de llibertat exigeix també un grau més gran de responsabilitat de l'individu en l'ús —i també en el desenvolupament— d'aquesta llibertat. Això segurament comporta més feina. En el cas del programari, les companyies de programari propietari ofereixen de fer aquesta feina a canvi que l'usuari els delegui la llibertat pròpia. Òbviament, cadascú ha de poder fer ús de la seva llibertat com més li plagui, fins i tot renunciar-hi, però cal que estigui ben informat per poder decidir lliurement i cal que s'asseguri la capacitat d'elecció en tot moment per no esdevenir mai un usuari captiu de programari i estàndards propietaris, sense possibilitat de tornar enrere.

Si s'escull ser amo de la llibertat pròpia, els beneficis que s'obtindran compensaran llargament la feina addicional que caldrà dur a terme. Com a exemples immediats, d'àmbit global, se'n poden citar els següents:

2.1. Millor qualitat

Hi ha opinions esbiaixades entestades a presentar el programari lliure com el resultat més o menys afortunat del treball anàrquic d'un grup d'individus solitaris, idealistes i poc pragmàtics. Res més allunyat de la realitat. L'accés universal al codi font dels programes permet a qualsevol persona o col·lectiu implicar-se en el seu desenvolupament, i això atreu²⁰ persones de procedències, cultures i ideologies molt diverses: des de *hackers*²¹ carismàtics que col·laboren altruïstament per crear un món millor, fins a programadors pagats per empreses que veuen en el programari lliure una oportunitat de ne-

goci. Malgrat aquesta varietat, el mètode de treball no és en absolut anàrquic, sinó que segueix unes pautes força estrictes que permeten assolir programari amb nivells de qualitat sense precedents²².

Cal que l'usuari s'asseguri la llibertat d'elecció en tot moment, per no esdevenir mai un usuari captiu de programari i estàndards propietaris, sense possibilitat de fer marxa enrere.

En primer lloc, per la professionalitat: molts desenvolupadors són autèntics primeres espases en les seves àrees, capaços d'aportar als productes l'experiència acumulada durant molts anys en la creació de codi i en la detecció d'errors. La xarxa Internet posa en contacte tots aquests experts i permet el treball en col·laboració de persones molt allunyades. En segon lloc, hi ha la quantitat: com que el desenvolupament té abast mundial, no és estrany trobar grups nombrosos de desenvolupadors al voltant dels projectes més emblemàtics. Així, per exemple, 449 persones han intervingut fins ara en el desenvolupament del nucli Linux²³; el projecte KDE manté a la seva web una llista²⁴ (molt incompleta) amb 461 contribuïdors; i OpenOffice.org, el popular paquet lliure d'ofimàtica, compta amb més de 10.000 contribuïdors de tota mena, segons l'expert Bruce Byfield²⁵. I això només són tres exemples. Si té present que la distribució Debian Sid conté actualment més de 14.500 pa-

²⁰ Sobre les diverses motivacions que mouen a implicar-se en el programari lliure, vegeu RAYMOND, 2001b.

²¹ Programador expert que s'entusiasma amb els reptes que li ofereix la programació d'ordinadors.

²² A RAYMOND, 2001c, es fa un interessant anàlisi sobre les metodologies de desenvolupament del programari lliure, i de com aconsegueixen produir programari d'alta qualitat.

²³ Segons consta al fitxer CREDITS de la versió 2.6.4 del nucli

²⁴ Vegeu <<http://kde.org/people/credits/>>.

²⁵ Vegeu <<http://www.techvibes.com/idealbb/view.asp?topicID=830>>.

quets de programari lliure, el lector pot fer els seus propis números²⁶. En combinar quantitat amb professionalitat, fàcilment es veu que no hi ha cap empresa privada que pugui contractar un nombre tan alt de desenvolupadors qualificats. En aquest punt el programari lliure es mostra senzillament imbatible.

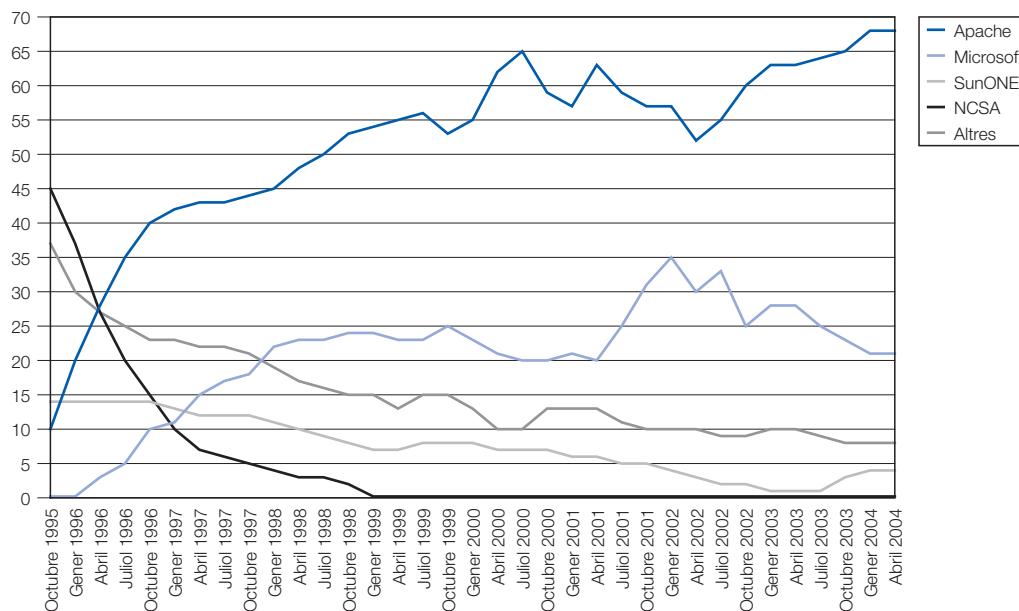
Però no solament es pot parlar de qualitat en el cicle de desenvolupament, sinó també en el tema del suport a l'usuari. Els múltiples fòrums d'usuaris que es poden trobar a Internet són molt eficaços resolent problemes i també hi ha empreses especialitzades en oferir serveis de suport si es vol assegurar una resposta ràpida davant de qualsevol eventualitat. En aquest

darrer cas, de les solucions als problemes també se'n beneficia tota la comunitat. En el món del programari lliure, l'interès general no està renyit amb el particular.

2.2. Més fiabilitat i estabilitat

Linus Torvalds, creador del nucli del sistema GNU/Linux, va popularitzar una màxima coneguda com la «lleï de Linus» que diu: «Atès un nombre suficientment gran d'ulls, tots els errors són obvis». Gràcies a la lliure disponibilitat del codi font, qualsevol programador del món pot escrutar el codi i els errors es detecten i es corregeixen amb facilitat i celeritat. D'aquesta manera els programes esdevenen molt estables (no s'avorten es-

Gràfic 1
Quota de mercat dels diferents servidors web, 1995-2004



Font: Netcraft-<http://www.netcraft.com/survey/>

²⁶ Tanmateix cal tenir en compte que a) és molt difícil comptar el nombre de contribuïdors d'un projecte, i b) no totes les contribucions són igualment rellevants. Tot i això, el nombre de contribuïdors a tots els nivells és molt elevat.

pontàniament) i fiables (el comportament és sempre l'esperat). Els usuaris de programari lliure coneixen aquest fet i hi confien. A tall d'exemple, es pot citar el servidor web lliure Apache, que serveix actualment prop del 70 % dels llocs web d'Internet, més de 30 milions, i que supera de llarg la suma de tots els altres servidors web junts, com demostra la figura 1. I una cosa semblant s'esdevé amb els servidors de correu electrònic o els servidors de noms, bàsics per al funcionament de la xarxa Internet. Això permet afirmar sense cap dubte que, si no existís el programari lliure, la Internet mateixa seria molt diferent de com és actualment.

Així doncs, entre els usuaris del programari lliure, que en tenen experiència quotidiana, el convenciment de la superioritat tècnica d'aquest és absolut. No obstant això, periòdicament es veuen circular alguns estudis dirigits als usuaris indecisos que pretenen convèncer del contrari. Sobre aquest tema, convé aportar algunes dades per tal que els lectors en treguin les seves pròpies conclusions:

1. La primera cosa que cal esbrinar és qui hi ha darrere d'aquests estudis. En fer-ho, es descobreix que normalment estan encarregats i pagats per les empreses de programari propietari, amb la qual cosa difícilment se'ls pot catalogar d'independents.
2. En alguna ocasió s'ha pogut comprovar que en aquests estudis es comparava el programari propietari amb el programari lliure en unes condicions molt desfavorables per al segon, com ara utilitzant ordinadors mal configurats per tal de rebaixar-ne les prestacions.
3. Cal que el lector conegui el fet que les llicències que acompanyen el programari propietari sovint

prohibeixen expressament publicar comparatives (*benchmarks*) del programari sense l'autorització del fabricant. Contravenir aquesta prohibició pot comportar fins i tot el risc de ser demandat²⁷. En aquestes condicions, difícilment es pot veure mai un estudi on el programari lliure hi surti ben parat²⁸.

En qualsevol cas, al programari lliure no li calen grans estudis per demostrar la seva vàlua. Com diu el proverbi: «el moviment es demostra caminant», per la qual cosa el més recomanable per als interessats per la qüestió és deixar de banda els estudis, provar en persona el programari lliure i sortir ràpidament de dubtes. Avui dia això és particularment senzill gràcies a les nombroses distribucions de programari lliure «vives» (*live*), que es poden executar directament des d'una unitat de CD-ROM sense modificar per a res el disc dur de l'usuari.

Sense el programari lliure, Internet no existiria o seria molt diferent a com la coneixem avui.

2.3. Eliminació del canvi forçós

Les companyies de programari propietari actualitzen cada cert temps els seus programes i deixen de prestar serveis de suport (bàsicament la correcció dels errors que es van detectant) per a les versions antigues. Com que aquestes empreses són les úniques que poden fer un suport

²⁷ Per exemple, les llicències de productes Microsoft acostumen a contenir clàusules com la següent: «You may not disclose the results of any benchmark test of either the Server Software or Client Software for Internet Information Server to any third party without Microsoft's prior written approval.» (Extret en aquest cas de la llicència de Windows NT Server però present en moltes altres). Per a més informació sobre el tema, el lector pot consultar les diverses llicències de productes Microsoft (EULA) i, per exemple, l'article «Criminalizing fair use» («Criminalitzant l'ús net») a <<http://id-8.dynip.com/Articles/2003-03-March.htm>>

²⁸ Malgrat tot, se n'han fet uns quants. WHEELER (2003) ha publicat un article molt documentat on, entre altres coses, fa un repàs dels més importants. L'article es pot consultar en línia a <http://www.dwheeler.com/oss_fs_why.html>. (versió en castellà a <<http://www.hispalinux.es/infornes/wheeler>>). Wheeler és un expert en seguretat informàtica i té una llarga experiència treballant amb sistemes de programari grans i d'alt risc.

total del seu producte, perquè tenen l'exclusiva de l'accés al codi font i les úniques que tenen la possibilitat de modificar-lo i millorar-lo, el client es veu forçat a migrar a les successives versions per tal d'evitar caure en l'obsolescència, amb el consegüent canvi de maquinari ja que les noves versions, invariablement, requereixen més velocitat de processador, més memòria i més bones especificacions de maquinari en general. Per contra, amb el programari lliure, les versions antigues sempre estan disponibles i qualsevol persona o empresa amb coneixements suficients pot seguir arreglant els errors que es vagin trobant, modificant i millorant el producte i cobrant per aquest servei. D'aquesta manera, l'empresa subministradora del programari mai no pot obligar a fer canvis ni de programari ni de maquinari.

2.4. Cost més baix

El tema del cost del programari lliure no és tan simple com pot semblar a primera vista, perquè sovint el cost d'adquisició no és l'únic a tenir en compte. Per això, es parla més aviat del «Cost total de propietat» (*Total Cost of Ownership, TCO*), que no es limita a mesurar si el producte comença per poder-se adquirir molt barat, sinó que vigila si el cost es manté baix durant tota la seva vida útil. Bàsicament, el TCO ha de mesurar els paràmetres de cost més rellevants, com ara el preu inicial d'adquisició, el cost de les successives actualitzacions, els costos d'administració i d'assistència tècnica, etc.

Però no es pot parlar d'un TCO «universal». El càlcul de costos depèn molt de les necessitats, del tipus de programari i de l'entorn concret on s'estigui explotant. No es troba en la mateixa situació un usuari individual que una gran corporació, i no és el mateix un programa ofimàtic que un

servidor d'aplicacions. Tanmateix, malgrat aquesta diversitat, hi ha alguns fets que són comuns a tots els casos:

- a) En general, el programari lliure té un cost inicial menor que el seu equivalent funcional propietari. Ja s'ha parlat més amunt que el programari lliure no té perquè ser gratuït, però que el seu cost principal no radica en el preu d'adquisició. A més, moltes distribucions porten ja incloses la majoria d'aplicacions necessàries en entorns empresarials i administratius: paquets ofimàtics, tota mena de servidors, eines de desenvolupament, etc., mentre que tot això, en el cas de programari propietari, es paga individualment.
- b) El mateix argument del cost inicial es pot aplicar a les successives actualitzacions, amb l'afegit que utilitzant programari lliure l'usuari no es veu obligat a sotmetre's a l'actualització forçosa cada vegada que interessi al proveïdor de programari.
- c) El programari lliure permet aprofitar sovint maquinari més antic, i eliminar o retardar la necessitat d'actualitzar-lo, fet que pot ser útil per a un aprofitament millor dels recursos en organitzacions amb finalitats socials, com les ONG.
- d) L'estalvi que comporta el programari lliure creix amb la multiplicació del nombre de sistemes on s'ha d'instal·lar. Un cas típic és el dels centres docents, on hi ha innumbrables aules informàtiques que requereixen una llicència per lloc de treball si es configuren amb programari propietari, però també és aplicable a l'Administració pública i a les empreses en general.

No obstant això, el tema del TCO és un dels principals cavalls de batalla de la competència entre programari lliure i propietari, perquè l'avenç del primer està fent perdre progressivament quota de

mercat al segon²⁹, principalment en l'àrea dels servidors empresarials. Per aquest motiu, és freqüent l'aparició d'informes que «demostren» que el TCO del programari lliure és superior al del programari propietari. Però, generalment, aquests informes estan esbiaixats, o tenen en compte únicament alguns tipus d'escenaris³⁰. Davant de fets com aquest, l'única defensa que té el lector interessat és llegir molt, estar ben informat i treure les seves pròpies conclusions.

Sigui com sigui, malgrat que la migració de programari propietari a programari lliure també comporta un cost econòmic que d'antuvi pot semblar elevat, el fet és que molts consumidors, tant particulars com col·lectius, estan estalviant molts diners amb el programari lliure. I aquesta afirmació no es basa en cap estudi manipulat sinó que ho diuen ells mateixos. L'empresa Amazon, especialitzada en la venda per Internet, va anunciar³¹ que havia estalviat 17 milions de dòlars de despesa tecnològica en només un trimestre, principalment gràcies a la migració a GNU/Linux. Una suma encara més gran, 200 milions de dòlars, es va estalviar el gegant de la microelectrònica Intel Corporation tot substituint els seus cars servidors UNIX per d'altres més barats que funcionaven sota GNU/Linux. També hi ha exemples més propers: el desplegament de programari lliure a Extremadura s'estima

que hauria de comportar un estalvi de 18 milions d'euros en llicències de programari per als centres docents³².

3. El paper de l'Administració pública

L'Administració pública és una part fonamental de la societat. Les decisions que prengui i les eines que faci servir marquen la ciutadania. En l'apartat del programari, no s'ha de menystenir la responsabilitat que tenen els seus gestors a l'hora d'avaluar les eines que cal escollir. No es poden considerar exclusivament criteris de mercat. D'aquest fet se n'han adonat diversos col·lectius i moviments socials³³ i també ha estat detectat per les empreses de programari propietari que pressionen al màxim en veure que se'ls redueix la porció del pastís de programari que els pertoca.

3.1. El programari de l'Administració

L'Administració pública, com a ens de gestió, es troba amb la necessitat de fer servir programari que en faciliti el funcionament. Aquest programari l'ha d'escollir entre les opcions existents al mercat que millor s'adaptin a les seves necessitats. Però també té l'obligació de vetllar per tal que es garan-

²⁹ Segons Avneesh Saxena, vicepresident d'investigacions de sistemes informàtics de la consultora IDC per a la regió Àsia-Pacífic, un estudi fet per aquesta empresa pronostica que la quota de mercat dels sistemes operatius de Microsoft baixarà fins al 58 % l'any 2007 (actualment és al voltant del 90 %). La notícia, recollida per la revista PC World, es pot veure a <<http://www.idg.es/pcworld/noticia.asp?idn=35475>>. En el mateix sentit, una notícia publicada al diari El Punt del 25/4/2004 es feia ressò del fet que els beneficis de Microsoft durant el primer trimestre de 2004 s'han reduït el 39 % respecte el mateix període de l'any anterior.

³⁰ A tall d'exemple, només cal fer una ullada a la campanya «Get the facts» (<<http://www.microsoft.com/mscorp/facts/default.asp>>) que ha engegat recentment l'empresa Microsoft, amb el suport de documents i estudis suposadament independents. Sense anar més lluny, en un d'aquests estudis, realitzat per la consultora Giga Research (una filial de Forrester Research), es fa una comparativa de l'impacte econòmic de desenvolupar i desplegar aplicacions empresarials en entorns Microsoft i J2EE/Linux. Els resultats de l'informe són favorables a l'entorn Microsoft. Tanmateix, l'esmentat estudi omet el fet que de la plataforma J2EE hi ha implementacions alternatives a la de Sun Microsystems que es poden descarregar gratuïtament d'Internet.

³¹ Vegeu <<http://news.com.com/2100-1001-275155.html?legacy=cnet&tag=ovw>>.

³² Si més no, així ho declarava el president de la Junta de Extremadura, Juan Carlos Rodríguez Ibarra, en una entrevista. Vegeu <<http://old.hispalinux.es/boletin/entrevistas/030.html>>.

³³ L'associació SoftCatalà ha estat pionera a portar a terme una campanya per fomentar l'ús del programari lliure a l'Administració pública a Catalunya, durant la qual es va contactar amb diversos partits polítics i es va generar força documentació, imprescindible per fer-se una idea de l'estat de la qüestió al nostre país. Vegeu <<http://www.softcatala.org/admpub/>>.

teixi la imparcialitat de les adjudicacions públiques. Una sèrie d'empreses de programari propietari han engegat una campanya per a «l'elecció de programari»³⁴ que, en una lectura ràpida, sembla que persegueixi que les administracions les tinguin en compte i no les exclogui d'antuvi en l'elecció de programari. L'Administració ha de ser *neutral*, diuen, a l'hora d'escollir el tipus de programari que ha d'emprar. En realitat, però, l'Administració ha de ser *imparcial*, no pas *neutral*; té tot el dret a especificar quina mena de programari és l'òptim per a les seves necessitats, en benefici de l'interès públic. Són les empreses les que, si els interessa el negoci, hauran d'adaptar el seu programari a les exigències de la licitació de l'Administració³⁵.

Ara bé, quines són les condicions que l'Administració ha d'exigir al programari que utilitza?

L'Administració no ha d'ésser neutral en l'elecció del seu programari, sinó imparcial.

- a) Ha d'operar en la llengua oficial del país (localització).
- b) Ha de poder garantir l'accés a la informació en tot moment, ara i en el futur (perennitat).
- c) No ha de permetre que persones no autoritzades tinguin accés a les dades confidencials dels ciutadans, o a informació reservada (seguretat).

Com s'argumenta tot seguit, només el programari lliure és capaç de garantir aquestes condicions i

aquesta ha de ser l'única opció a l'hora de contractar el programari amb els diferents proveïdors. A més, ja s'ha parlat anteriorment que el programari lliure representa un l'estalvi en llicències de sistemes operatius, paquets ofimàtics, etc. En l'àmbit de les administracions públiques aquest fet encara es més important ateses les grans quantitats de llicències que es compren a multinacionals del programari propietari i que solament reverteixen en l'economia local en el marge que les empreses distribuïdores puguin tenir.

3.2. Localització i traducció

El programari s'ha de poder adaptar a l'entorn en el qual es fa servir. El procés real consta de dues etapes: la internacionalització³⁶ i la localització³⁷. La internacionalització consisteix a adaptar el programari perquè pugui ser localitzat. La localització del programari consisteix en l'adaptació d'aquest a les normes o costums locals d'on es fa servir, com l'idioma, la moneda local o el format de l'hora. L'etapa d'internacionalització és una etapa tècnica, ja que requereix una modificació del codi. No és difícil, però requereix una certa complexitat si es vol fer bé, ja que ha de tenir en compte tots els idiomes i els llocs possibles. La localització no és una etapa tècnica. No cal modificar el codi font del programari per fer-la. En general, és a l'abast de tothom.

La majoria del programari lliure està internacionalitzat, cosa que permet poder-lo localitzar. El programari que no ho està, es pot internacionalitzar perquè es disposa del codi font. La feina grossa de la localització és la traducció de tots els missatges, així com dels manuals.

³⁴ Vegeu <<http://www.softwarechoice.org/>>.

³⁵ La iniciativa *software choice* ha aixecat molta polseguera i ha estat acusada de frau als ciutadans (vegeu <http://www.theregister.co.uk/2002/08/09/ms_software_choice_scheme/>). Ha donat lloc a una contraproposta anomenada l'«elecció sincera» (*sincere choice*) (vegeu <<http://sincerechoice.org/>>).

³⁶ En anglès, *internationalization*, abreujat sovint com a «i18n» perquè entre la primera «i» i la darrera «n» hi ha 18 lletres.

³⁷ En anglès *localization*, abreujat «l10n» per raons semblants a les del cas anterior.

L'Administració pública hauria de fer servir, sempre que es pugui, programari localitzat al seu entorn i traduït a la llengua oficial. El fet d'arribar a acords monetaris per a la localització i per a la traducció del programari propietari s'ha fet servir tradicionalment com un fet positiu en l'àmbit polític³⁸. Val a dir, però, que això depèn exclusivament de la bona voluntat que ofereixi l'empresa propietària del programari. Al cap i a la fi, qui té l'última paraula és el propietari del programari i no pas el client, el qual solament en té el permís d'ús.

El programari lliure ofereix una perspectiva totalment diferent. Si es vol tenir un programari localitzat i traduït es fa i punt. Només cal disposar d'un mínim d'infraestructura i recursos per fer-ho. A tall d'exemple, es pot citar el cas de la traducció del paquet ofimàtic OpenOffice a l'hongarès³⁹, la qual es va realitzar a una aula informàtica de la Universitat Politècnica de Budapest per dotze persones a l'aula mateix, ajudades per un centenar més de persones a través d'Internet; en tres dies es va enllestir la traducció de les 21.000 cadenes de text⁴⁰.

3.3. L'e-govern i la utilització d'estàndards oberts

A l'era d'Internet i de les tecnologies de la informació, l'Administració pública no ha de quedar al marge i ha d'oferir serveis que facilitin la consulta o la realització de tràmits en línia a través d'Internet. És el que es coneix amb el nom d'*e-govern* o Administració electrònica. L'*e-govern* és ja una prioritat per a molts països⁴¹ i organismes supranacionals, com ara la Unió Europea, on estan sorgint de totes bandes iniciatives en aquest sentit.

La comunicació electrònica entre els ciutadans i l'Administració es fa sempre seguint uns determinats protocols i formats de document, que generalment són especificats per l'Administració. D'aquests n'hi ha que són públics i oberts i n'hi ha que són propietat d'una determinada empresa. Els formats oberts són creats per consorcis d'experts en tecnologies de la informació d'arreu del món i que són definits tenint en compte el consens i la imparcialitat, a la vegada que també permeten enriquir-los amb noves contribucions. Generalment, tenen el suport d'algun organisme oficial que els estandarditza.

En contrast, els formats propietaris els creen les empreses i generalment no els fan públics, amb la qual cosa només aquestes saben com tractar-lo. El problema sorgeix quan l'ús d'un d'aquests formats propietaris s'estén molt i acaba esdevenint un estàndard *de facto*. Això afecta directament la perennitat de les dades i la llibertat del ciutadà per escollir el seu programari. Com és això?

És indispensable que la utilització i el manteniment del programari no depenguin de la bona voluntat dels proveïdors, ni de les condicions monopolístiques imposades per aquests. Fer servir programari propietari deixa l'usuari absolutament a les mans del proveïdor. Les dades que fa servir l'Administració han de poder ser utilitzades en un futur i els sistemes informàtics ho han de garantir, de la mateixa manera que ho garanteix un paper escrit. Es pot donar el cas que les dades dels ciutadans estiguin emmagatzemades als ordinadors de l'Administració i només es puguin tractar amb el programari

³⁸ El 1998, la Generalitat de Catalunya va pagar 80 milions de pessetes (més de 480.000 €) perquè Microsoft traduís el seu Windows 98 al català, fet que va ser fortament criticat per nombrosos col·lectius que argumentaven que la traducció hauria d'haver anat a càrrec de l'empresa, i que hauria d'haver estat una condició prèvia a qualsevol adquisició d'aquest programari per part de l'Administració.

³⁹ «Open source's local heroes», *The Economist*, 4 de desembre de 2003. Disponible a: <http://www.economist.com/printedition/displayStory.cfm?Story_ID=2246308>.

⁴⁰ Una cadena de text, en aquest context, es pot referir a una paraula sola o un paràgraf de diverses línies.

⁴¹ WEST, 2003. Disponible a: <<http://www.insidepolitics.org/egovt03int.pdf>>.

d'una empresa determinada⁴². Pot succeir que aquesta empresa faci fallida o decideixi deixar de donar suport a aquest programari. Què passa llavors amb les dades?

D'altra banda, si l'Administració no fa servir estàndards i formats oberts per a comunicar-se amb el ciutadà, aquest es pot veure obligat a comprar productes de programari a empreses que es veurien beneficiades d'una situació de monopoli. Si el ciutadà no vol o no pot pagar aquest programari, no podria comunicar-se electrònicament amb l'Administració, fet que constitueix una discriminació flagrant. No es pot forçar els ciutadans a adquirir programari d'una determinada marca per fer els tràmits.

Si l'Administració no fa servir estàndards i formats oberts per a comunicar-se amb el ciutadà, aquest es pot veure obligat a comprar productes de programari a empreses que es veurien beneficiades d'una situació de monopoli.

La situació podria ser acceptable si no hi hagués altra manera d'organitzar un govern electrònic, però, clarament, no és el cas. Ni tan sols és necessari que l'Administració faci servir programari lliure, només exigir al seu proveïdor de programari que compleixi amb estàndards oberts per poder comu-

nicar-se amb tots els seus administrats amb ordinador i connexió a Internet.

Actualment, per exemple, el Govern alemany ha impulsat la creació d'un document⁴³ on s'especifiquen les accions a dur a terme per planificar l'Administració electrònica sobre la base de l'ús d'estàndards com els que proposa l'organització OASIS⁴⁴.

3.4. Seguretat

Els sistemes informàtics s'enfronten a codis maliciosos com els virus, els troians (programes per entrar dins de sistemes), cucs (programes que s'executen en un sistema...) i atacs diversos que aprofiten les vulnerabilitats, normalment publicades pel productor del programari. La importància de la seguretat informàtica és proporcional a la mida del sistema informàtic i a la importància de la informació emmagatzemada. Les pèrdues econòmiques d'una gran empresa que no pugui disposar dels servidors durant una jornada de feina, per exemple per culpa d'un atac informàtic, són importants i, si veu compromesa la seva informació reservada, les pèrdues poden ser crítiques per a l'empresa.

Les empreses i organitzacions que empaqueten programari lliure publiquen contínuament les vulnerabilitats detectades en els seus sistemes operatius. A partir d'aquestes dades, Forrester Research Inc va publicar un estudi⁴⁵ en què assegurava que Microsoft Windows, com que té menys vulnerabilitats publicades, és més segur que GNU/Linux. Però, no es tenen en compte la importància de les vulnerabilitats ni si són o no crítiques per al sistema.⁴⁶

⁴² DI COSMO, 2000.

⁴³ BUNDESMINISTERIUM DES INNERN, 2003.

⁴⁴ ORGANIZATION FOR THE ADVANCEMENT OF STRUCTURED INFORMATION STANDARDS (OASIS): <<http://www.oasis-open.org/>>.

⁴⁵ KOETZLE et al., 2004.

⁴⁶ Vegeu la resposta, en nom de Debian, Mandrakesoft, Red Hat i SUSE, a MEYERHANS et al., 2004. Vegeu també una refutació de l'estudi de Forrester Research Inc, a VAUGHAN-NICHOLS, 2004.

L'any 2001, la prestigiosa consultora Gartner Group, arran de l'aparició de diversos cucs que explotaven una vulnerabilitat del servidor web Internet Information Services (IIS) de Microsoft, va recomanar⁴⁷ a les empreses afectades de canviar els seus servidors web a altres productes que no fossin IIS. Segons Gartner, aquest servidor implica un cost econòmic molt alt per mantenir el sistema raonablement segur. L'últim cuc havia demostrat el risc elevat de fer servir aquest programa i l'esforç que representa l'actualització amb els pegats freqüents de Microsoft.

Un altre problema de seguretat, però diferent al dels virus, és garantir la confidencialitat de les dades emmagatzemades als ordinadors de l'Administració, de tal manera que no hi puguin accedir persones no autoritzades. Afortunadament, els polítics són cada vegada més conscients de la importància de preservar la seguretat dels sistemes informàtics públics⁴⁸.

Per què pot ser més segur el programari lliure? Una de les principals raons són les ja esmentades *rereportes*. Aquestes portes poden ser errades a l'hora de programar (vulnerabilitats) o poden posar-se expressament, per garantir un accés amagat sense el coneixement de l'usuari. Hugo Scolnik, de l'empresa de codificació Firmas Digitales, que va desenvolupar els primers projectes de criptografia i seguretat dels quaranta-cinc principals bancs argentins, a la pregunta de si els seus programes tenien rereportes va respondre: «*Quan treballàvem amb Microsoft, amb cada canvi havíem d'enviar el codi font a la NSA [Agència de Se-*

guretat Nacional dels Estats Units], on el compilaven i hi afegien el que volien i després tornava com a producte que nosaltres distribuïem. No sé què li posaven. En paral·lel, hem fet molts mètodes sense porta de darrere, una cosa que és molt important per assegurar la privadesa de les persones»⁴⁹. La frase no pot ser més clara: no hi ha res en absolut que pugui garantir que un programari tancat estigui net de rereportes. No hi ha manera de saber-ho. També hi ha casos de porta de darrere detectats⁵⁰, alguns explotats per l'FBI nord-americà.

El codi font ha de ser totalment disponible i s'ha de poder compilar per comprovar que el programa que es fa servir coincideix amb el codi font lliurat. La traçabilitat ha de ser total perquè no es puguin produir fraus.

Amb el programari lliure, la inclusió de rereportes és molt més difícil, per no dir impossible, perquè el codi és escrutable per qualsevol ciutadà entès en la matèria i les possibles acusacions poden ser fàcilment comprovables. Aquest escrutini del codi permet afegir un element de control en temes essencials: el ciutadà té el dret legítim de saber com es computa el seu vot o com es calculen els seus impostos. Per a això, s'ha de poder accedir lliurement al codi font i provar els programes per comprovar que funcionen com ho haurien de fer⁵¹.

⁴⁷ CNET NEWS.COM STAFF, 2001.

⁴⁸ El gener de 2004, el conseller d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la Generalitat de Catalunya, en unes declaracions televisades en les quals apostava fortament per la implantació de programari lliure, feia èmfasi especial en la seguretat que reporta. Notícia de les declaracions del conseller a: <<http://www.telenoticies.com/noticia/not137019089.htm>>.

⁴⁹ L'entrevista completa és a: <<http://www.belt.es/noticias/2004/marzo/10/entrevista.htm>>.

⁵⁰ L'any 2000 es va detectar una rereporta en el programari de disseny de pàgines web FrontPage de Microsoft, introduïda pels enginyers mateixos de l'empresa. Vegeu la notícia a: <<http://news.com.com/2100-1001-239273.html?legacy=cnet>>.

Però, per sobre de tot, el ciutadà ha de poder comprovar si el programari emprat per l'Estat compleix objectivament les funcions de maneig de les seves dades⁵². Fins i tot hi ha opinions que qüestionen, segons les lleis actuals, si les administracions públiques podrien fer servir programari propietari, a causa principalment dels inconvenients aquí explicats⁵³.

És a dir, el codi font ha de ser totalment disponible i s'ha de poder compilar per comprovar que el programa que es fa servir coincideix amb el codi font lliurat. La traçabilitat ha de ser total perquè no es puguin produir frau. De què serveix poder consultar el codi font lliurat per una empresa de programari si no es pot tenir la seguretat que és exactament el mateix que després s'està executant?

4. El programari lliure a la docència

Són molts els motius pels quals la introducció del programari lliure a les escoles, instituts i universitats hauria de ser una prioritat de l'Administració pública. Aquí només s'apuntaran els més evidents.

4.1. Llengua

Ja s'ha comentat la importància que té per a qualsevol comunitat lingüística poder disposar de tota mena de recursos, incloent-hi els relacionats amb les noves tecnologies, traduïts a la llengua pròpia. Aquest tema pren una rellevància especial en el cas de la docència, perquè és justament en les etapes de formació en què les persones adquireixen

hàbits en la interacció amb el programari (nomenclatura, vocabulari, maneres de fer les coses, etc.) que després els serà difícil de canviar.

Tanmateix, és prou conegut que les empreses de programari propietari són molt reticents a traduir els seus productes perquè al·leguen que econòmicament no els és rendible. En una situació de quasi-monopoli com l'actual, aquestes empreses tenen la paella pel mànec i així les aules dels nostres centres docents estan farcides de programari en idiomes diferents al que la llei estipula com a llengua vehicular de l'ensenyament. Sortosament, el creixement expansiu del programari lliure permet començar a trencar aquesta situació de dependència i cada vegada hi ha menys arguments que justifiquin la compra, instal·lació i utilització de programari propietari en castellà o en anglès, ja que hi ha alternatives equivalents de programari lliure, de qualitat i en català.

4.2. Qualitat educativa

Emprar programari lliure als centres docents permet incrementar fàcilment la qualitat de l'ensenyament que reben els alumnes. Això és així per diversos motius:

- a) Es pot usar el programari de formes totalment innovadores. Per exemple, al novembre de 2003 es publicava la notícia⁵⁴ que l'Institut Miquel Biada⁵⁵, de Mataró, havia creat per als seus alumnes una distribució «l·live»⁵⁶ anomenada Biadix, amb més de 900 programes, que ha tingut un impacte considerable en la comunitat educa-

⁵¹ MOLIST, 2003.

⁵² VILLANUEVA NÚÑEZ, 2002; HIPATIA, 2003.

⁵³ HISPALINUX, 2003.

⁵⁴ Es pot llegir a l'edició electrònica de EL PUNT, a <<http://www.vilaweb.com/elpunt/noticies/noticia-704906.html>>.

⁵⁵ <<http://www.biada.org/>>.

⁵⁶ Un CD-ROM que conté un sistema operatiu complet acompanyat de molts altres paquets de programari. El sistema operatiu s'executa directament des del CD-ROM, sense necessitat d'instal·lar res al disc dur de l'ordinador.

tiva catalana. El volum de descàrregues va arribar a col·lapsar la xarxa de l'institut durant setmanes. A banda de l'ús educatiu del programari inclòs dins la Biadix, el fet de ser lliure ha permès que els alumnes mateixos hagin començat a fer aportacions espontànies a la distribució, cosa que implica un increment en la capacitat tecnològica. És la flexibilitat del «fes-t'ho tu mateix», que aflora espontàniament quan es tenen a l'abast les eines adequades.

- b) Permet fer coses impossibles de fer amb programari tancat. Hi ha matèries, com ara el disseny de sistemes operatius, en què és imprescindible fer pràctiques de laboratori per arribar a comprendre-les completament. És impensable ensenyar les interioritats del sistema sense que els estudiants tinguin la possibilitat d'entrar dins del codi font, fer les seves modificacions i poder recompilar i provar el resultat en un entorn real. Això només es pot fer si es té accés sense restriccions a *tot* el codi font, cosa que només és factible amb programari lliure. I aquest argument no solament és aplicable als sistemes operatius, sinó que també pot extrapolar-se als algorismes de processament de veu, imatge, bases de dades, comunicacions i un llarg etcètera.

4.3. Descoratjament de la còpia il·legal

A mesura que avancen pel seu itinerari educatiu, els estudiants aprenen a utilitzar programari cada vegada més sofisticat i especialitzat, des de senzills editors de text fins a sofisticats programes de retoc fotogràfic o edició no lineal de vídeo, passant per editors de pàgines web, entorns de programació, etc. És educativament interessant que els estudiants puguin utilitzar aquest programari a casa

seva per poder practicar o fer treballs, però això no és possible si el cost de les llicències d'ús és elevat. Forçats per la pressió de l'entorn, molts acaben fent ús de còpies no autoritzades del programari, cosa que és una violació de la llei. Aquest fet contribueix, a més, a difondre el coneixement dels programes propietaris i que esdevinguin un estàndard *de facto*, amb el consegüent perjudici per als consumidors que ja s'ha comentat en un altre apartat. El programari lliure permet trencar aquest cercle viciós, perquè copiar-lo és perfectament legal.

4.4. Estalvi

En el cas dels centres docents, els càlculs del cost són més simples que a les empreses. En la gran majoria de casos n'hi ha prou amb comptar el preu de les llicències de programari i les actualitzacions. Els serveis de suport, administració, formació, etc, acostumen a estar centralitzats i el cost es reparteix. Com que el programari lliure té un preu per còpia nul o molt baix, l'estalvi en l'adquisició de llicències es pot qualificar senzillament d'espectacular⁵⁷. I això sense oblidar el fet que els sistemes operatius basats en programari lliure acostumen a tenir uns requeriments de maquinari menors que els seus equivalents en programari propietari, cosa que permet ampliar la vida útil dels equips informàtics.

4.5. Immunitat davant dels virus

Els virus d'ordinador i altres programes maliciosos relacionats són un autèntic maldecap per a la majoria d'usuaris actuals, però aquest problema s'agreuja encara més als centres docents a causa dels arxius i programes de procedència dubtosa

⁵⁷ Només cal recordar els exemples abans esmentats d'Amazon, Intel Corporation o la Junta de Extremadura.

que els estudiants introdueixen als ordinadors. Segons un informe de l'empresa QinetiQ, relacionada amb el Ministeri de Defensa britànic⁵⁸, es coneixen aproximadament 60.000 virus per a la plataforma Windows i només uns 40 per a la GNU/Linux⁵⁹. Les raons són diverses, però en bona part es deuen al disseny del sistema. La majoria dels virus són inofensius, o no s'han arribat a estendre massa, però d'altres han causat pèrdues econòmiques elevadíssimes i han obligat els centres docents a reinstal·lar tot el programari, en ocasions, múltiples vegades. És clar, doncs, que l'ús de GNU/Linux redueix molt el risc d'infecció i, per tant, simplifica el programari⁶⁰ i les tasques administratives als centres docents. Al final, l'estalvi addicional que això comporta és considerable.

Es coneixen aproximadament 60.000 virus per a la plataforma Windows i només uns 40 per a la GNU/Linux.

4.6. No-discriminació

Fins i tot si les empreses de programari propietari cedeixen el programari als centres docents a cost zero, no s'hauria d'acceptar. Regalar el programari a les escoles i a altres institucions educatives, quan el mateix programari es ven a preus elevats és clarament una estratègia de màrqueting. Sovint, les

empreses recorren a aquestes tàctiques per recollir més tard els beneficis de tenir un conjunt de gent familiaritzada amb el seu programari i que, per tant, conformen una base de clients assegurada, ja sia com a usuaris o com a potencials empleats qualificats. D'aquesta manera, fins i tot regalant el seu programari les empreses esmentades en trauran grans beneficis en detriment de l'interès públic i sense cap avantatge especial per als usuaris, l'Estat i les institucions.

És clar que cal dotar alumnes i professors de la perícia suficient en l'ús dels ordinadors i que per a això cal emprar el programari més adient en cada cas. Però limitar l'aprenentatge als productes d'una determinada marca de programari implica que l'Administració estaria atorgant de forma indeguda una preferència a un venedor concret i en conseqüència discriminant la resta. Una discriminació d'aquestes característiques és clarament inconstitucional.

5. Innovació i recerca

Ningú es qüestiona si la informàtica és o no cada cop més important en els àmbits tecnològic i científic: ja ho és. En l'àmbit científic és una eina que ajuda la recerca i en l'àmbit tecnològic s'ha fet part fonamental de la vida quotidiana. Les polítiques que es puguin fer en innovació o en tecnologia han de tenir molt present quin tractament se li dona a la informàtica ja que pot marcar el nivell tecnològic d'un país i la seva dependència respecte d'altres.

⁵⁸ Tal com informa el seu web (<http://www.qinetiq.com/home/about_qinetiq/history_and_the_future.html>) QinetiQ és una empresa amb la participació del Ministeri de Defensa britànic i el grup Carille.

⁵⁹ La notícia va aparèixer a The Register (<http://www.theregister.co.uk/2003/10/06/linux_vs_windows_viruses/>) l'any 2003, fent referència a un estudi anterior (PEELING i SATCHELL, 2001) que es pot trobar a <http://www.govtalk.gov.uk/documents/QinetiQ_OSS_rep.pdf>.

⁶⁰ Pel cap baix ens podem estalviar el cost de l'antivirus, el del tallafocs (GNU/Linux el porta incorporat) i l'eliminador de spyware, programes tots ells molt recomanables en un entorn Windows amb connexió a Internet.

5.1. La distribució del coneixement

No tractarem aquí de la innovació en maquinari informàtic. Això podria requerir un article sencer i no és a l'abast d'aquest. Quant al programari, hem de distingir la recerca que es pugui fer *amb* ell, utilitzant-lo com a eina, de la que es pugui fer *sobre* ell, considerant-lo com a objecte de recerca. Quan es parla d'innovació i recerca en programari, generalment ens estem referint a aquest segon aspecte.

Una de les acusacions més malintencionades i falses que es fan en contra del programari lliure és que el seu model de desenvolupament no pot generar innovació tecnològica. L'origen d'aquest FUD és el raonament segons el qual l'R+D requereix grans quantitats d'inversió, cosa que —segons diuen— només pot garantir la indústria del programari propietari.

Sortosament, és senzill rebatre aquest argument. La recerca sobre programari es troba en una situació molt peculiar que la diferencia de la que es fa en altres àmbits tecnològics. *Com que el programari és immaterial, les inversions que possibiliten començar a fer recerca són mínimes.* Qualsevol persona amb un ordinador i talent suficient té capacitat potencial d'innovar. En aquest sentit, la programació és similar a la literatura o a les arts plàstiques en les quals les eines materials de creació (paper, llapis, pintures) són força econòmiques, però el component essencial, l'individu, és irremplaçable.

Des de la invenció de l'ordinador personal i la subsegüent popularització de la informàtica, la

possibilitat d'innovar i fer recerca en programari és a l'abast de qualsevol. Amb aquest immens brou de cultiu les noves idees en programari han sorgit en llocs molt diversos: des de simples individus fins a petites empreses formades al voltant d'un cervell privilegiat, passant per la recerca al si dels grups universitaris de tota la vida. Sovint, els resultats d'aquestes idees s'han alliberat com a programari lliure i han repercutit de manera molt més ràpida i eficaç en la societat. Així ha estat amb el concepte de web, desenvolupat originàriament al CERN⁶¹ per Tim Berners-Lee, o alguns dels programes bàsics que fan funcionar Internet, com ara Apache, BIND, Sendmail, FTP o Telnet, per posar alguns exemples⁶².

Com es pot deduir dels exemples anteriors, les grans corporacions de programari no tenen ni l'exclusiva ni el lideratge de la innovació tecnològica. Ben al contrari, molt sovint les idees es produeixen en una altra banda i aquestes corporacions recorren a la contractació de cervells, a la compra d'empreses petites, o directament a la còpia (legal o no⁶³) per tal d'apropiar-se i comercialitzar les idees originals. Certament, sovint aquestes empreses reïxen tant en les seves tècniques de màrqueting i comercialització, que la gent acaba associant una tecnologia a una empresa, i oblidar els seus inventors. Aquest és el cas de Microsoft, l'empresa dominant en el mercat del programari, la qual no ha desenvolupat cap de les innovacions importants en el món de la informàtica, sinó que s'ha limitat a adaptar-les i a tornar-les a implementar⁶⁴.

⁶¹ Centre Europeu per a la Recerca Nuclear. L'adreça del seu web és: <<http://public.web.cern.ch/public/index.html>>.

⁶² WHEELER, 2003b.

⁶³ Gairebé totes de les característiques de Microsoft Windows (com, per exemple, la interfície gràfica d'usuari o la multitasca preemptiva) estan calcades d'altres sistemes operatius. Per alguna d'aquestes apropiacions, Microsoft ha estat demandada, jutjada i condemnada a pagar quantioses multes per violació de patents, com la indemnització de 521 milions de dòlars que haurà de pagar a l'empresa Eolas per haver violat la seva patent sobre l'ús d'endollats (plugins) en un navegador web, si finalment no prospera el recurs que ha presentat Microsoft (FESTA, 2004).

⁶⁴ WHEELER, 2004.

Tot això no vol pas dir que en el si de les grans corporacions de programari no es pugui innovar, simplement es constata que el grau d'innovació assolit no està gaire en correlació amb la inversió en R+D. Comparativament, el ritme d'innovació en grans corporacions és més lent⁶⁵ i no es desenvolupa res sense un profund estudi de mercat previ que reveli que determinada tecnologia està prou madura com per generar beneficis. En contrast, el model del programari lliure és molt més dinàmic, tot i comptar amb uns recursos financers enormement inferiors.

La filosofia del programari lliure no es pot generalitzar a tots els àmbits sense un estudi molt profund, però pel que fa al programari, si el que és vol és una democratització de la tecnologia, del coneixement i de les innovacions, poques alternatives hi ha fora del programari lliure. Un punt que pot resultar polèmic és el paper que han de tenir la universitat i els centres de recerca públics respecte al programari. Aquests actors tenen un paper decisiu en la innovació d'un país ja que poden disposar dels recursos humans i econòmics per poder realitzar la investigació. Tradicionalment, els fruits d'aquesta innovació s'han repartit entre el centre que ha fet la recerca i l'empresa que l'ha posat al mercat en forma de producte. A causa de la naturalesa del programari com a bé immaterial, aquest fruit pot posar-se a l'abast de tothom de forma molt senzilla. Desenvolupar una política d'innovació en programari lliure contrasta totalment amb un model de recerca l'objectiu del qual sigui exclusivament la comercialització dels resultats. A tall d'exemple, es podria citar el projecte Beowulf⁶⁶. Aquest projecte va ser finançat amb diners de l'Administració americana i el seu fruit ha

permès disposar de la tecnologia necessària per poder construir un supercomputador amb ordinadors personals i reduir-ne considerablement el cost. Cal dir que aquesta tecnologia ha estat incorporada a diversos escenaris als quals no hi era prevista originalment, de forma que s'ha realitzat una comparició real del coneixement entre tota la societat, ja que s'ha aplicat a àmbits fora de la recerca i de l'àmbit científic. Val a dir que tot això no s'hagués pogut produir si no hagués estat fet amb programari lliure.

5.2. La patentabilitat del programari

El concepte de patent industrial va sorgir al segle XIX. La idea original era emparar l'inventor amb una protecció davant dels seus competidors. Es tracta d'un bescanvi: l'inventor publica els detalls de la seva invenció a canvi de protecció del seu invent davant de competidors, durant un període de temps. Ara bé, aquest model de protecció de les innovacions industrials no encaixa quan intentem aplicar-lo al programari. Segons Xavier Drudis, expert en patents de programari⁶⁷, aquestes no protegeixen els programes complets, com els drets d'autor, sinó conceptes i pràctiques més generals. Així, per exemple, els drets d'autor sobre un processador de textos prohibirien a tothom distribuir el processador de textos sense permís de l'autor, però la patent prohibiria que ningú programés un processador de textos pel seu compte, és a dir, protegiria el concepte de processador de textos. Així doncs, amb les patents de programari, es volen patentar idees més que realitzacions concretes i això és tan absurd com intentar patentar el codi genètic o les novel·les d'aventures.

⁶⁵ Fet reconegut fins i tot per la Microsoft en els ja famosos Documents Halloween. Vegeu RAYMOND, 2004.

⁶⁶ Per a una explicació del projecte Beowulf vegeu el web: <<http://www.beowulf.org>>.

⁶⁷ A la pàgina web dedicada a la campanya contra les patents de programari de l'associació Caliu (Catalan Linux Users): <<http://patents.caliu.info/arguments.html>>.

D'altra banda, s'intenta relacionar innovació amb patents, amb l'argument «hi ha més patents, per tant més innovació». Aquest raonament, clarament simplista, queda convenientment refutat en l'anàlisi de Galli⁶⁸. A més, hi ha hagut una disminució del nombre d'innovacions a mesura que ha anat augmentant el nombre de patents.

El tema de les patents de programari és molt complex i per poder donar una idea aproximada de la problemàtica que porta associada caldria dedicar-hi un article sencer. Tanmateix, és un tema prou seriós i preocupant com perquè el lector interessat procuri formar-se'n una idea precisa. A tall de resum cal dir que a Europa les patents de programari no són vàlides, però hi ha fortes pressions de les multinacionals de programari per legalitzar-les. Concretament, en data recent (18 de maig de 2004) el Consell de ministres de la competitivitat de la UE⁶⁹ va aprovar una directiva sobre patents de programari que feia cas omís de les esmenes que hi havia introduït mesos enrere el Parlament Europeu per tal de posar límits clars a allò que és patentable. En cas que finalment prosperi la patentabilitat total, l'impacte sobre la indústria europea de programari, sobre els usuaris i sobre el programari lliure seria desastrosos. Per això, un gran nombre d'entitats de tota mena s'han adherit a una campanya contra les patents de programari que ha engegat la *Free Software Foundation*. A Catalunya aquesta campanya l'ha liderada l'associació Caliu, la qual ha estat pionera en la denúncia de les patents de programari i ha arribat a exposar els seus argu-

ments al Senat espanyol. La campanya, encara activa, té una pàgina web⁷⁰, la qual remet als documents més rellevants sobre el tema.

6. Migració

Fins ara s'han exposat les raons per les quals les administracions públiques han d'adoptar el programari lliure a tots els nivells. Aquestes raons no són únicament de caire filosòfic, sinó que estan també fonamentades en qüestions pràctiques com ara la promoció de la llengua, la innovació tecnològica, el cost o la seguretat.

A Europa les patents de programari no són vàlides, però hi ha fortes pressions de les multinacionals de programari per legalitzar-les.

Malauradament, el fet és que actualment la majoria d'administracions funcionen amb programari propietari. Això significa que per adaptar-les al programari lliure caldrà que facin un procés de migració, que no es pot fer de qualsevol manera. Una migració mal feta, sense donar suport adient als usuaris, està condemnada al fracàs o a patir greus problemes, com ha succeït en els casos de Mèxic⁷¹ o de la ciutat de Munic⁷².

⁶⁸ GALLI, 2003.

⁶⁹ Actualment la presidència de la UE correspon a Irlanda, un país amb forts interessos en el tema de les patents de programari, atès que té un règim fiscal especial per aquest tipus de patents que atrau a moltes companyies de programari estrangeres. Per a més informació, veure l'article <<http://swpat.ffii.org/players/ie/index.en.html>>.

⁷⁰ La seva adreça és <<http://patents.caliu.info/>>.

⁷¹ GONZÁLEZ, 2001.

⁷² DELIO 2004.

Per tal d'evitar caure en els mateixos errors del passat i assegurar una migració el més fluida possible, les directrius europees IDA (Interchange of Data between Administrations)⁷³ recomanen tenir una idea clara de les raons per a la migració, assegurar-se que es té suport actiu per part del personal informàtic, assegurar-se que hi ha involucrat un defensor ferm del canvi, millor si és en el lloc més alt de l'organigrama, adquirir experiència, establir relacions amb el moviment del programari lliure, començar amb els sistemes no crítics i assegurar-se que cada etapa de la migració és factible.

Poques vegades més s'aturarà davant nostre el tren de l'emancipació tecnològica de forma tan clara com ho fa amb el programari lliure.

Encara que les directrius preveuen el canvi complet a programari lliure, el més probable és que a curt termini convisquin ambdós models, fins que totes les aplicacions siguin reemplaçables. Aquest no és un problema urgent, més tenint en compte que, si col·laboressin administracions i usuaris, la producció de programari lliure seria molt econòmica, és a dir, no caldria que cada entitat pagués unes quantes llicències per programa utilitzat, sinó que pagaria una petita part per fer un programa comú i la resta d'entitats el podria modificar si calgués.

7. Conclusions

En l'actualitat, que l'Administració pública utilitzi programari i estàndards lliures no és una opció,

sinó una necessitat per tal d'assegurar als ciutadans alguns dels drets bàsics d'una societat democràtica. A més, l'ús del programari lliure presenta altres tipus d'avantatges quant al cost, la fiabilitat, la qualitat, etc. Per tot això, el programari lliure es va fent un forat, lentament però progressiva, a les administracions públiques de l'Estat, com ho demostra el mapa d'implantació del programari lliure que s'edita periòdicament al *Libro Blanco*⁷⁴. I la tendència és creixent, a mesura que el programari lliure es va coneixent més i més entre els polítics i responsables tècnics de l'Administració.

Tampoc no es pot obviar l'impacte del programari lliure a l'hora de facilitar l'increment del nivell tecnològic del país. En aquest procés, Catalunya no pot quedar-se enrere. Poques vegades més s'aturarà davant nostre el tren de l'emancipació tecnològica de forma tan clara com ho fa amb el programari lliure i els nostres governants i la societat en general tenen el deure de pujar-hi.

Finalment, no es poden deixar de banda els aspectes socials del programari lliure. L'eficàcia del seu model de desenvolupament, basat en la col·laboració i no en la competència, ha demostrat que hi ha alternatives viables als esquemes productius tradicionals, si més no en el camp del programari. Tal i com apunta al *Libro Blanco* Javier Bustamante, professor d'ètica i sociologia de la Universidad Complutense de Madrid, la metodologia de desenvolupament del programari lliure «*esquerda el paradigma neoliberal de maximització del benefici individual, substituint la competició per la sinergia, o sia, per la convergència d'esforços individuals en pro d'un objectiu comú. Es trenca un monopoli mental segons el qual més tenim com més guardem per a nosaltres mateixos, on*

⁷³ Vegeu la pàgina web: <<http://europa.eu.int/ISPO/ida/jsps/index.jsp?fuseAction=home>>.

⁷⁴ ABELLA et al., 2004.

els resultats d'una recerca (o d'un desenvolupament de programari) no estan sotmesos a l'escrutini públic ni a mecanismes oberts de millora». Serà interessant seguir l'evolució futura d'aquest procés i veure quina incidència té en altres àrees.

Tot indica també que el programari lliure tindrà un impacte notable en el desenvolupament tecnològic de molts països en vies de desenvolupament, atès

que els hauria de facilitar l'accés legal a programari de qualitat i, també, una independència i una capacitat tecnològica més grans. En unes societats plenes de persones amb pocs recursos però amb moltes idees, el programari lliure està cridat a ser una eina clau per tal que puguin accedir a un nivell tecnològic superior en matèria de desenvolupament de programari sense hipotecar el seu futur⁷⁵.

⁷⁵ PRASAD, 2001

Referències

- ABELLA, A., J. SÁNCHEZ i M. A., SEGOVIA. *Libro Blanco del software libre en España 2004*. Es pot aconseguir sempre la darrera versió actualitzada al web <<http://www.libroblanco.com/>>.
- BUNDESMINISTERIUM DES INNERN. SAGA. *Standards und Architekturen für e-Government-Anwendungen*, 2003. Disponible a: <http://www.kbst.bund.de/Anlage304423/SAGA_Version_2.0.pdf>. La mateixa versió, publicada en anglès, disponible a <http://www.kbst.bund.de/Anlage304417/Saga_2_0_en_final.pdf>.
- CNET NEWS.COM STAFF. «Gartner: Companies should drop IIS». CNET News.com, September, 25, 2001. Disponible a: <<http://news.com.com/2100-1001-273461.html?legacy=cnet>>.
- DELO, M. «Munich Open Source plows ahead». *Wired News*, February, 11, 2004. Disponible a: <<http://www.wired.com/news/linux/0,1411,62236,00.html>>.
- DI COSMO, R. *Piège dans le Cyberspace*. Alexandrie Online, 2000. Disponible a: <<http://www.alexandrie.org/oeuvres/oeuvre045/chap-full.htm>>. Versió castellana disponible a: <<http://www2.compendium.com.ar/juridico/trampas.html>>.
- FESTA, P. The Eolas-Microsoft case—patent ending? CNET News.com, March, 16, 2004. Disponible a: <<http://news.com.com/2100-1032-5173287.html>>.
- FREE SOFTWARE FOUNDATION (FSU). GNU operating System. Boston: Free Software Foundation, 2004. Disponible a <<http://www.gnu.org/>>. Una versió catalana, actualitzada per última vegada el febrer de 2003, disponible a <<http://www.gnu.org/home.ca.html>>.
- GALLI, R. *El informe NERA analizado*, setembre de 2003. Disponible a <<http://mnm.uib.es/~gallir/critica.pdf>>. Versió HTML a <<http://bulma.net/body.phtml?nldNoticia=1861>>
- GONZÁLEZ, Á. «Mexican schools embrace Windows». *Wired News*, August, 2, 2001. Disponible a: <<http://www.wired.com/news/technology/0,1282,45737,00.html>>.
- GONZÁLEZ BARAHONA, J., J. SEOANE PASCUAL i G. ROBLES. *Introducción al Software Libre*, Barcelona: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya, 2003. Disponible a: <<http://www.uoc.edu/masters/softwarelibre/cat/materials/libre.pdf>>.
- HIPATIA. «29 requisitos del software para una sociedad del conocimiento democrática. Razones para el uso del software libre y el abandono del privativo». *Web d'Hipatia*, 2003. Disponible a: <<http://www.hipatia.info/docs/dsl/requisitos.html>>.
- HISPALINUX. «Terrorismo informativo sobre el software libre». *BOLETIC*, nov.-des. 2003. Disponible a: <<http://www.astic.es/nr/astic/Boletic-todos/Boletic28/opinion/opinion1hispalinux.pdf>>.
- KOETZLE, L, Ch. RUTSTEIN, N. LAMBERT i S. WENNINGER. *Is Linux More Secure Than Windows?* Forrester Research, Inc., 2004. Disponible a: <<http://www.forrester.com/Research/Document/Excerpt/0,7211,33941,00.html>>.
- MEYERHANS, N. (Debian), V. DANEN (Mandrakesoft), M. J. COX (Red Hat) i R. DRAHTMUELLER (SUSE). ««Is Linux more secure than Windows?» — Debian, Mandrakesoft, Red Hat and SUSE answer». *Lxer*, April, 6, 2004. Disponible a: <<http://lxer.com/module/newswire/view/9986/index.html>>.
- MOLIST, M. «Fallos en un software de voto electrónico ponen en duda las victorias republicanas en EEUU» *Hispasec sistemas*, 2003. Disponible a: <<http://www.hispasec.com/unaaldia/1858>>.
- ORGANIZATION FOR THE ADVANCEMENT OF STRUCTURED INFORMATION STANDARDS (OASIS): <<http://www.oasis-open.org/>>.
- PEELING, N. i J. SATCHELL. Analysis of the impact of Open Source Software. QinetiQ Ltd., 2001. Accessible a: <http://www.govtalk.gov.uk/documents/QinetiQ_OSS_rep.pdf>.

- RAYMOND, E. S. «The Magic Cauldron». A: RAYMOND, E. S. *The Cathedral and the Bazaar*. Sebastopol, Califòrnia, EUA: O'Reilly and Associates, 2001a. Disponible en línia a <<http://www.catb.org/~esr/writings/magic-cauldron/>>.
- RAYMOND, E. S. «Homesteading the Noosphere», A: RAYMOND, Eric S. *The Cathedral and the Bazaar*. Sebastopol, Califòrnia, EUA: O'Reilly and Associates, 2001b. Disponible en línia a <<http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/homesteading/>>.
- RAYMOND, E. S. «The Cathedral and the Bazaar». Al llibre homònim. Sebastopol, Califòrnia, EUA: O'Reilly and Associates, 2001c. Disponible en línia a <<http://www.catb.org/~esr/writings/cathedral-bazaar/>>.
- RAYMOND, E. S. «The Halloween documents». *Open source Initiatives (OSI)*, 2004. Disponible a: <<http://www.opensource.org/halloween/>>
- VAUGHAN-NICHOLS, S. J. «Linux vs. Windows: Which is more secure?» *eWEEK*, March, 30, 2004. Disponible a: <<http://www.eweek.com/article2/0,1759,1557749,00.asp>>.
- VILLANUEVA NÚÑEZ, E. D. «Respuesta a Microsoft del Perú». *GNU Perú*, 2002. Disponible a: <<http://www.gnu.org.pe/rescon.html>>.
- WEST, D. M. *Global E-Government Full Report, 2003: Web «Inside Politics»*, 2003. Disponible a: <<http://www.insidepolitics.org/egovt03int.pdf>>
- WHEELER, D. A. *Why Open Source Software / Free Software (OSS/FS)? Look at the Numbers!* Web de l'autor, 2003a. Disponible a: <http://www.dwheeler.com/oss_fs_why.html>. (versió en castellà a <<http://www.hispalinux.es/informes/wheeler/>>).
- WHEELER, D. A. *The Most Important Software Innovations*. Web de l'autor, 2003b. Disponible a: <<http://www.dwheeler.com/innovation/innovation.html>>.
- WHEELER, D. A. *Microsoft, the Innovator?*. Web de l'autor, 2004. Disponible a: <<http://www.dwheeler.com/innovation/microsoft.html>>.
-