

Estudio del impacto económico del software libre en la innovación y la competitividad en el sector europeo de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TICs)

Informe final

Elaborado el 20 de noviembre del año 2006

Encargado del proyecto: UNU-MERIT, Holanda

Subencargados:

Universidad Rey Juan Carlos, España

Universidad de Limerick, Irlanda

Sociedad para los espacios de información pública

Business Innovation Centre of Alto Adige-Südtirol, Italia

Elaborado por: Rishab Aiyer Ghosh, MERIT

**Versión al español para FUNDACITE y PDVSA (Venezuela)
de los capítulos 1, 2, 3, 4, 5, 7 y 8 por Merlys Ugueto (pasante de Traducción,
Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela)**

Descargo de responsabilidad

Las Opiniones expresadas en este informe son de los autores que se mencionan y no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Comisión Europea. Contrato ENTR/04/112.

Autores y contribuyentes

Algunas partes de este informe fueron escritas o basadas en los aportes de:

Philippe Aigrain, SOPINSPACE
Roberto Andradas, URJC
Raphaël Badin, SOPINSPACE
Renaud Bernard, SOPINSPACE
Luis Cañas Díaz, URJC
Paul David, UNU-MERIT
Santiago Dueñas, URJC
Theo Dunnewijk, UNU-MERIT
Rishab Aiyer Ghosh, UNU-MERIT
Ruediger Glott, UNU-MERIT
Jesús González-Barahona, URJC
Kirsten Haaland, UNU-MERIT
Bronwyn Hall, UNU-MERIT
Wendy Hansen, UNU-MERIT
Juan José Amor, URJC
Huub Meijers, UNU-MERIT
Alvaro Navarro, URJC
Francesco Rentocchini, UNU-MERIT
Gregorio Robles, URJC
Bárbara Russo, BICST
Giancarlo Succi, BICST
Adriaan van Zon, UNU-MERIT

Otros aportes fueron extraídos de resultados de proyectos como FLOSSWorld y otros proyectos coordinados por MERIT

Copyright

Los derechos de autor de este informe son propiedad de las Comunidades Europeas © 2006. Datos, tablas, gráficos y otros materiales son propiedad de las fuentes originales que se indican.

Descargo de responsabilidad

Las Opiniones expresadas en este Informe son de los autores que se mencionan y no necesariamente reflejan los puntos de vista de la Comisión Europea.

Tabla de contenidos

1. Resumen y comentarios: resultados claves.....	7
Rol del software libre en la economía: participación en el mercado y la geografía.....	7
Impacto económico directo del software libre.....	8
Impacto económico indirecto: software libre, innovación y desarrollo.....	10
Tendencias, escenarios y estrategias políticas.....	11
2. Contexto.....	13
3. Objetivos del estudio.....	14
4. Estructura del equipo del proyecto.....	16
5. Metodología.....	18
7. Impacto económico del software libre.....	19
7.1.1. Resumen.....	22
7.2. Producción básica de código abierto.....	24
7.3. Empresas desarrolladoras de software libre.....	35
7.3.1. Comparación de los contribuyentes de software libre con los promedios de la industria.....	39
7.4. Desarrollo de habilidades y generación de empleos.....	45
7.4.1. Desarrollo de las habilidades locales.....	46
7.4.2. Aprendizaje informal: beneficio para los jefes, sin pagar el costo.....	47
7.4.3. Preservación de las habilidades TICs en Europa.....	56
7.4.3.1. Competencias y empleo.....	63
7.4.4. Software libre: ¿retener las habilidades en Europa?.....	64
7.4.5. Software libre y empleo.....	67
7.5. Nuevas empresas, modelos de negocio y beneficios para las PyMEs.....	75
7.5.1. Colaboración e intercambio de los derechos de propiedad intelectual.....	80
7.5.2. Caso de negocio para las PyMEs que apoyan el software libre.....	86
7.5.3. Retención local de una mayor proporción del valor agregado.....	88
7.5.4. El software libre puede impulsar el uso de las TICs y la innovación en las PyMEs.....	90
7.5.5. El software libre puede impulsar el crecimiento de las PyMEs.....	93
7.6. Beneficios para el usuario: la interoperabilidad, productividad y ahorro de costos	97
7.7. La producción y servicios secundarios.....	108
7.7.1. Servicios relacionados con el software libre.....	108
7.7.2. El sector secundario del software.....	101
7.7.3. Plataforma de sustitución.....	117
7.7.4. Distribución de los costos de mantenimiento.....	119
8. Impacto indirecto: el software libre, la innovación y el crecimiento.....	122
8.1. Competencia, innovación y software libre.....	128
8.1.1. La innovación y sus objetivos.....	129
8.1.2. Las pruebas existentes.....	131
8.1.3. La relación con el software libre.....	134
8.2. El mayor impacto del software libre: más allá de la Tecnología de la Información.....	136
8.2.1. Seis preguntas sobre la contribución del software libre a la sociedad de la información europea.....	141
8.2.2. Comprobar la paradoja europea.....	142
8.2.3. Suministro un nuevo modelo empresarial.....	145
8.2.4. Garantizar la innovación de la tecnología adoptada por los ciudadanos.....	146
8.2.5. Derivación del valor económico de la producción no comercial.....	148

8.2.6. La construcción de un entorno jurídico y reglamentario más neutral.....	150
8.2.7. Innovación a través de una mejor contabilidad y reconocimiento del software libre.....	152
8.2.8. Interacción entre el software libre y los diferentes mercados.....	154
8.3. Software libre, sustitución de investigación y desarrollo e impacto de estrategias de cooperación.....	157
8.3.1. Nokia y Maemo: un caso de estudio del reemplazo de investigación y desarrollo..	159
8.3.1.1. Metodología.....	161
8.3.1.2. Principales conclusiones.....	162
8.3.2. Investigación y desarrollo de colaboración y su rendimiento.....	164
8.3.3. Ahorro de costos y aumento de la eficiencia debido a la colaboración en investigación y desarrollo.....	169
8.4. Impacto económico de las TICs.....	171
8.5. Modelar el impacto económico del software libre sobre la innovación y el crecimiento.....	176
8.5.1. El modelo: una visión sistemática.....	180
8.5.2. El Modelo: La descripción de los parámetros claves.....	182
8.5.2.1. El impacto de la calidad del software libre en relación con el PROPS.....	183
8.5.2.2. División de las actividades económicas.....	184
8.5.2.3. La inversión en software y en capital “bruto”.....	184
8.5.2.4. Producción del capital humano.....	185
8.5.3. Modelo de Simulaciones.....	186
8.5.3.1. Parámetros de valores y calibración.....	186
8.5.3.2. Análisis de sensibilidad.....	188
8.5.3.3. La base de ejecución.....	190
8.5.3.4. Los cambios en la calidad del software libre.....	190
8.5.3.5. Cambios en la importancia relativa del software libre frente al PROPS en la formación de capital humano.....	191
8.5.3.6. Cambios en la importancia del capital de las TICs en la formación de capital humano.....	192
8.5.3.7. Cambios en los parámetros que representan las contribuciones de capital humano y capital de las TICs a los cambios en las variedades.....	193
8.5.3.8. Resultados de la evaluación de sensibilidad.....	194
8.5.4. Análisis de escenarios.....	195
8.5.5. Conclusiones.....	200

Lista de Figuras:

Figura 26: Tráfico mundial en la Internet.....	21
Figura 27: Comercio a través de Internet en Europa Occidental.....	21
Figura 28: Distribución del código producido por personas, empresas y universidades.....	27
Figura 29: Porcentaje de contribución de código por regiones.....	34
Figura 30: Empresas contribuyentes de código de software libre: porcentaje de tamaños por sector.....	36
Figura 31: Empresas contribuyentes de código de software libre: porcentajes de sectores por tamaño.....	38
Figura 32: Habilidades aprendidas en comunidades de software libre comparadas con las aprendidas en carreras formales.....	52
Figura 33: Habilidades aprendidas a través del software libre compensadas con la falta de título.....	54
Figura 34: Emigración vs inmigración de desarrolladores independientes de software libre.....	56
Figura 35: Dependencia de los Estados Unidos al personal capacitado proveniente de la Unión Europea para el área de investigación y desarrollo.....	57
Figura 36: Promedio de profesionales europeos graduados en los Estados Unidos con firmes planes de permanecer en ese país.....	58
Figura 37: Promedio de profesionales europeos graduados en los Estados Unidos que planean permanecer en ese país en el área de investigación y desarrollo.....	58
Figura 38: Estados Unidos atrae a 3.500 empleados del sector de la computación provenientes de la Unión Europea en el año 2002.....	59
Figura 39: Variación en el total de empleo de desarrolladores de software, para los años 2004-2014, en los Estados Unidos.....	60
Figura 40: Cambio en el número empleos relacionados con el desarrollo del software por niveles de cualificación para los años 2004-2014 en los Estados Unidos.....	61
Figura 41: Porcentaje de personas capacitadas en TICs provenientes de 25 países de la UE a quienes se les concedió la condición de residentes en Canadá, durante los años 2000 a 2002.....	63
Figura 42: Ofertas de trabajo, software libre y software no libre.....	74
Figura 43: Jerarquía de los modelos de negocio relacionados con el software libre.....	77
Figura 44: Relación entre <i>know-how</i> , modelos de negocio y tamaño del mercado.....	79
Figura 45: La dependencia de proveedores a largo plazo impulsa a la adopción de software libre..	98
.....	
Figura 46: ¿Puede ser Ud. tan productivo con OpenOffice como con MS Office? Respuestas del usuario.....	107
Figura 47: Ingresos relacionados con el software libre y los servicios de TI, en Europa y el resto del mundo..	109
Figura 48: Uso del software libre en la industria europea.....	111
Figura 49: Tipos de software desarrollado por sectores.....	113
Figura 50: Uso del software libre para productos y operaciones de software, por sector.....	114
Figura 51: Tipo de productos de software que incorporan software libre.....	115
Figura 52: Desarrolladores de software libre también desarrollan software propietario.....	122
Figura 53: El desarrollo de software libre permitido durante la jornada laboral.....	123
Figura 54: Los sectores de servicios de las TICs: innovar a través de la difusión del conocimiento.....	127
Figura 55: El ecosistema más amplio de las TIC.....	136
Figura 56: Inversión bruta e inversión en software respecto al promedio del PIB, 15 países de la UE y los Estados Unidos.....	175
Figura 57: Modelo de crecimiento endógeno que incluye a las TICs.....	181
Figura 58: modelo de crecimiento endógeno ampliado con software propietario y libre.....	182

Lista de Tablas

Tabla 2: Costos por reemplazo/producción para la colección Debian en aplicaciones del software libre.....	25
Tabla 3: Costo de producción estimado para los 5 productos de software libre más grandes.....	27
Tabla 4: Contribución de código de abierto por parte de las universidades seleccionadas.....	28
Tabla 5: Estimación de costos de código abierto aportado por empresas.....	29

Tabla 6: Estimación del esfuerzo real y del coste de oportunidad para el código base del software libre.....	33
Tabla 7: Producción de código de las empresas (líneas de código fuente) por tamaño y sector.....	37
Tabla 8: Contribuyentes de software libre comparados con los promedios de las industrias: distribución de acuerdo con tamaño de las empresas.....	40
Tabla 9: Contribuyentes de software libre comparados con la industria: promedio de ingresos anuales, en millones de euros.....	40
Tabla 10: Promedio de ingresos: empresas de software libre sobre el promedio de la industria.....	42
Tabla 11: Contribuyentes de software libre comparados con la industria: promedio de empleados.....	42
Tabla 12: Porcentaje de ingresos por empleados: empresas de software libre/promedio de la industria.....	43
Tabla 13: Promedio de la edad de ingreso de miembros de la comunidad de software libre (% por cada grupo etario).....	49
Tabla 14: Proyectos realizados por grupo etario.....	50
Tabla 15: Perfil salarial de ingenieros de software en los Estados Unidos para el año 2004.....	62
Tabla 16: Desarrollo del software en los Estados Unidos y sostenimiento de los puestos de trabajo por sector para el año 2005.....	69
Tabla 17: Apropiación exclusiva y modos de distribución.....	85
Tabla 18: La interoperabilidad como motor del software libre.....	99
Tabla 19: Modelo de costos de migración de cada organización por categoría.....	104
Tabla 20: Modelo de comparación de costos de propiedad en las organizaciones.....	105
Tabla 21: Ahorro debido a la migración.....	106
Tabla 22: Magnitud de las TICs por sector en términos de tasas de empleo, en 15 países de la Unión Europea.....	112
Tabla 23: La capitalización y el volumen financiero por sector.....	130
Tabla 24: La economía del software: ventas, servicios y desarrollo <i>in-house</i>	138
Tabla 25: Valoración de la economía de la infraestructura de las TICs en 15 países de la Unión Europea para el año 2005.....	139
Tabla 26: Valoración de la amplia economía de la información (de 15 países de la U.E.).....	140
Tabla 27: Posible impacto del software libre sobre mercados seleccionados.....	154
Tabla 28: Vía de propagación entre los mercados y las actividades.....	155
Tabla 29: La reutilización de código a través de proyectos de software libre.....	158
Tabla 30: Desarrollo de la productividad en la Unión Europea y EE. UU. (en porcentajes anuales).....	172
Tabla 31: Crecimiento de la productividad laboral y las fuentes (%), ajustada por los efectos de red.....	174
Tabla 32: Resultados de la simulación para EE. UU.....	189
Tabla 33. Los resultados de la simulación para 15 países de la UE.....	189
Tabla 34: Simulación de resultados para Europa en caso de un aumento en el costo del software libre al costo del PROPS (un año después del cambio).....	190

1. Resumen y comentarios: resultados claves

La economía de la información constituye un mercado amplio que incluye tanto la provisión de infraestructuras y servicios para la creación, el intercambio y el procesamiento de información y los servicios de comunicación, como las propias ventas de información. Actualmente, este mercado se ubica en aproximadamente el 10% del Producto Interno Bruto (PIB) en los países más desarrollados y, de hecho, justifica más de la mitad del crecimiento económico de estos países. El software es uno de los elementos claves que determina el rol que cumplen las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (en adelante TICs) en la economía; además, la estructura, la competitividad y el desempeño de la industria de las TICs tienen la posibilidad de verse afectados en gran medida por el *FLOSS*¹ (siglas en inglés de *Free/Libre/Open Source Software*). Un equipo liderado por la UNU-MERITⁱ, de Holanda, llevó a cabo un estudio financiado por la Dirección General de Empresas e Industrias de la Comisión Europea, a fin de determinar, por una parte, el papel del FLOSS (en adelante software libre) en la economía, su impacto directo sobre el sector de las TICs y en sectores relacionados con esta y, por otra parte, la recomendar políticas basadas en escenarios previstos.

Este resumen ejecutivo de tres páginas destaca los resultados y recomendaciones más importantes de acuerdo con las siguientes cuatro categorías:

1. Rol del software libre en la economía: participación en el mercado y la geografía

- Las aplicaciones de software libre son productos que ocupan el primer, segundo y tercer lugar en el mercado en términos de participación, incluso en varios mercados que abarcan

¹ En el presente informe nos referimos a un único fenómeno conocido por los términos “software libre”, “*free software*” y “*open source software*”, a través del término *Free/Libre/Open Source Software* (o FLOSS, por sus siglas en inglés). Observamos que de una encuesta realizada a desarrolladores de software libre EU/FP5 (quinto programa marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, demostración y desarrollos tecnológicos) aplicada a más de 2800 encuestados, se demostró que una gran mayoría de los desarrolladores se identificaban con el término “*free software*”, mientras que “software libre” (logiciel libre, software libre, software libero) es el término más usado en Europa del sur y en América Latina.

desde servidores Web, sistemas operativos de servidor, sistemas operativos de escritorio, navegadores Web, bases de datos, correo electrónico y hasta otros sistemas de infraestructura en TICs. La participación del software libre en el mercado es mayor en Europa que en los Estados Unidos con relación a sistemas operativos y PCs, seguidos de Asia. Esta participación en el mercado ha mostrado un considerable desarrollo en los últimos cinco años.

- También se evidencian los altos índices de penetración del software libre en el mercado. Un amplio sector de organizaciones públicas y privadas reportan el uso de software libre en la mayoría de los dominios de aplicaciones. En el sector público, Europa tiene una penetración particularmente alta, la cual probablemente dentro de poco será rebasada por Asia y América Latina. En el sector privado la aceptación del software libre está liderada por medianas y grandes empresas.
- Cerca de dos terceras partes de software libre aún están siendo desarrolladas por personas particulares, mientras que las empresas contribuyen con aproximadamente un 15% y otras instituciones lo hacen con un 20%.
- Europa es la principal región en términos de desarrolladores de software libre con *cooperación global*; además, encabeza proyectos globales, seguida de cerca por América del Norte (más en la Costa Este que en el Oeste). Asia y América Latina enfrentan desventajas, al menos parcialmente, debido a las barreras lingüísticas; sin embargo, pueden tener una creciente proporción de desarrolladores activos en comunidades locales.
- En función de la existencia de computadores personales Europa central y Escandinavia tienen un número bastante elevado de desarrolladores; si se le mide por el promedio de ingresos, India es el principal proveedor de desarrolladores de software libre, seguida de lejos por China.
- Mientras que los Estados Unidos tienen la ventaja de poseer grandes empresas relacionadas con el software libre, la mayor contribución individual proviene de Europa y ha llevado a un aumento en el número de pequeñas y medianas empresas (en adelante PyMEs) europeas de software libre reconocidas mundialmente.

2. Impacto económico directo del software libre

- La existencia de aplicaciones de calidad en software libre con distribución y control de calidad razonable, le costaría a las empresas que quisieran desarrollarlas dentro de la misma organización, cerca de 12 millones de euros. Este código base se duplica cada 18 a 24 meses y ha sido así durante los últimos ocho años y, de hecho, se proyecta por varios años más.
- Esta base de software libre representa una estimación mínima aproximada de 131.000 años-persona de esfuerzo realizado exclusivamente por programadores. Por cuanto es en su mayor parte, un esfuerzo de personas no remuneradas directamente por desarrollar software, este monto representa un gran vacío en las cuentas de la productividad nacional. De acuerdo con el incremento, representa al menos 800 millones de euros anuales por contribución voluntaria sólo de parte de programadores, de los cuales casi la mitad viven en Europa.
- Las empresas tienen invertido un estimado de 1.200 millones de euros en desarrollo de software libre que se encuentra a libre disposición. Estas empresas representan un total de por lo menos 565.000 puestos de trabajo y 263 millones de euros en ingresos anuales. Las empresas contribuyentes pertenecen a algunos sectores no relacionados con las tecnologías de la información (aunque sí estrechamente vinculados con las TICs). De hecho, tienden a presentar mayores ingresos que aquellas empresas no contribuyentes.
- Definido en líneas generales, los servicios de software libre podrían alcanzar un 32% de participación en todos los servicios de información (TI) para el año 2010, mientras que el promedio de participación del software libre en la economía pudiera alcanzar el 4% del PIB europeo para el año 2010. El software libre constituye el 29% de la participación de todo el software que se desarrolla en empresas dentro de la Unión Europea (43% en EE.UU.) y proporciona el modelo natural para el desarrollo de software del sector secundario de software.

- Las empresas que desarrollan programas propietarios constituyen menos del 10% de los empleos de desarrolladores de software en los Estados Unidos, mientras que las empresas “usuarias de TI” tienen más del 70% de desarrolladores de software empleados con un

suelo similar a su nivel y, por lo tanto, a su habilidad. Este hecho sugiere un potencial relativamente bajo de puestos de trabajo por canibalización hacia el software propietario. Al mismo tiempo, sugiere un potencial relativamente alto de puestos de trabajo para desarrolladores de software que se acerca más al software libre. El software libre y el software propietario muestran una proporción de 30:70 en los actuales puestos de trabajo recientes, lo cual indica una demanda significativa de las habilidades relacionadas con el software libre.

- Al proveer a los empleados de un entorno de calidad para el desarrollo de sus habilidades y al mantener un porcentaje superior del valor agregado local, el software libre puede fomentar la creación de PyMEs y generar empleos. Si se le compara con los EE. UU, Europa ha tenido dificultades para la creación de nuevas empresas de software debido a su limitado capital de riesgo y a su tolerancia al riesgo. Por ello, la elevada participación de desarrolladores europeos de software libre provee una oportunidad única para crear nuevas empresas de software y alcanzar los objetivos de Lisboa de hacer de Europa la economía más competitiva en materia de conocimiento para el año 2010.

3. Impacto económico indirecto: software libre, innovación y desarrollo

- La enorme influencia de la red en las TICs, la capitalización relacionada con los agentes dominantes y algunos procedimientos nuevos en el ámbito de los Derechos de Propiedad Intelectual (DPI), pueden entrañar recursos de innovación que hayan sido destinados en exceso a la innovación defensiva. Hay razones para el reajuste de incentivos de innovación que creen un ambiente mucho más equitativo a fin de concentrar la tecnología pública disponible para un nuevo funcionamiento.
- El software libre permite a la industria ahorrar potencialmente alrededor de un 36% de inversión en investigación y desarrollo de software que puede resultar en un incremento de las ganancias, incluso podría ser provechoso más adelante para invertir en innovación.
- La infraestructura de las TICs tiene un 10% de capital del PIB europeo, lo que provee una base para un 2,5% anual del capital del PIB en la industria de información de contenidos no relacionados con las TICs. Sin embargo, una gran parte de los contenidos generados por los

usuarios no se ha contabilizado y es necesario que los responsables de las políticas hagan algo al respecto; el software libre aumenta el valor de la infraestructura de las TICs, manteniendo el amplio ecosistema de la información.

- El incremento del uso del software libre podría proporcionar a Europa una salida para compensar el bajo porcentaje del PIB a través de la inversión en TICs con respecto a los Estados Unidos. Un modelo simulado de crecimiento e innovación muestra que el incremento del promedio de software libre del 20% al 40% del total de inversiones en software llevaría a un aumento anual del 0,1% del PIB europeo sin incluir los beneficios en materia de la industria de las TICs, es decir, aproximadamente 10 millones de euros anuales.

4. Tendencias, escenarios y estrategias políticas

- Al valorar equitativamente el uso del software libre, el porcentaje “real” de inversiones en software alcanzaría del 1,7% al 2,3% del PIB en EE.UU. para el año 2010 y del 1% al 1,4% del PIB en Europa. Duplicando el promedio de software libre producido en Europa se lograría que el porcentaje de inversiones en software llegara al 1,5% del PIB, reduciendo así, mas no cerrando, la brecha en materia de inversiones con respecto a los Estados Unidos.
- El valor nocional de la inversión de Europa en software libre hoy en día es de 22 millardos de euros (36 millones en EE.UU.) lo que representa un 20,5% del total de inversiones en materia de software (20% en los Estados Unidos).
- El liderazgo de Europa en lo que respecta al software libre viene dado por la fuerte comunidad de desarrolladores activos, las pequeñas empresas y la industria secundaria del software; mientras que su debilidad se debe, por lo general, a su bajo nivel de inversiones en las TICs y el bajo porcentaje de adopción de software libre por parte de las grandes industrias, a diferencia de los Estados Unidos.
- El software libre provee oportunidades para la creación de nuevas empresas en Europa, para llevar un papel más importante en la sociedad de la información y para el desarrollo de un modelo empresarial que se ajuste a las PyMEs europeas. Sin embargo, este se encuentra amenazado en Europa por los crecientes movimientos de algunos círculos políticos que apoyan la regulación, afianzando de esta manera los anteriores modelos empresariales para

industrias innovadoras a costa de tener en cuenta nuevas empresas y nuevos modelos empresariales.

- Europa encara tres escenarios: EL CERRADO, donde los modelos empresariales existentes se afianzan a través de la regulación legal y técnica, favoreciendo un modelo consumidor pasivo por encima de las nuevas empresas que apoyen la participación activa en una sociedad de “prosumidoresⁱⁱ” de la información; EL GENÉRICO, en el cual las políticas mixtas actuales conducen a un crecimiento gradual del software libre mientras que muchas de las oportunidades que presenta se pierden; y EL VOLUNTARIO, donde las políticas y el mercado se desarrollan para reconocer y utilizar el potencial del software libre y de otros modelos creativos similares que puedan colaborar para así aprovechar en pleno el potencial de los ciudadanos activos en la sociedad de la información.
- Las estrategias políticas se enfocan principalmente en la corrección de las políticas y las prácticas actuales, que implícita o explícitamente favorecen al software propietario:
 - ◆ Evitar penalizar el software libre a fin de fomentar la innovación y las iniciativas de investigación y desarrollo, los fondos públicos para la investigación y el desarrollo, además de la adopción de software libre que actualmente no tiene competencia.
 - ◆ Mantener el software libre en la investigación y estandarización pre-competitiva.
 - ◆ Evitar la posibilidad de proveedores eternos en los sistemas educativos preparando a los estudiantes en el desarrollo de habilidades en lugar de aplicaciones específicas; fomentar la participación de la sociedad en las comunidades de software libre.
 - ◆ Fomentar la asociación entre las grandes, medianas y pequeñas empresas y la comunidad de software libre.
 - ◆ Proveer un trato fiscal equitativo para los creadores de software libre: los aportes del software libre pueden tratarse como donaciones benéficas en materia de impuestos. En los lugares donde ya esto es posible tales aportes se difunden entre las empresas, contribuyentes y autoridades.
 - ◆ Explorar cómo la separación del hardware y el software pueden conducir a un mercado más competitivo y a nuevas formas de innovación que no sean

favorecidas por la integración vertical.

2. Contexto

La economía de la información constituye un mercado amplio que incluye tanto la provisión de infraestructuras y servicios para la creación, el intercambio y el procesamiento de información y los servicios de comunicación, como las propias ventas de información. Este mercado se ubica actualmente en aproximadamente el 10% del Producto Interno Bruto (PIB) en los países más desarrollados y, de hecho, justifica más de la mitad del crecimiento económico de estos países. El software es uno de los elementos claves que determina el rol que cumplen las TICs en la economía; además, la estructura, la competitividad y el desempeño de la industria de las TICs tienen la posibilidad de verse afectados en gran medida por el software libre. Es evidente que el desarrollo de la economía de la información se ha beneficiado enormemente desde la existencia de Internet y de la *Word Wide Web*, ambas tecnologías fundadas en el software libre. Además parece que la llegada del software libre podría tener efectos significativos, negativos o positivos, en varios aspectos del sector de las TICs y de la economía global.

Los bienes y servicios del sector TICs impulsan el crecimiento económico y la competitividad de la Unión Europea en este sector, lo que representa un elemento importante para el logro del objetivo de Lisboa, que como se dijo antes, es convertir la economía de la Unión Europea en la economía del conocimiento más competitiva para el año 2010. En este contexto, reconocer el rol de la Dirección General de Empresas e Industrias en la interpretación y la supervisión de la competitividad de la industria europea y como guía en el sector de las TICs, resulta indispensable para entender el impacto del software libre sobre el sector de las TICs y la

competitividad industrial europea.

3. Objetivos del estudio

El presente estudio apunta a llenar los vacíos que pudieran existir en nuestra concepción acerca del impacto del software libre sobre la innovación y la competitividad del sector de las TICs a través del estudio empírico, de técnicas predictivas y de una variedad de fuentes de datos sobre software libre, TICs, innovación e impacto económico en la Unión Europea como en el resto del mundo. Las características de los mercados europeos en TICs, las decisiones estratégicas de las empresas europeas innovadoras, los creadores empleados por las empresas, los desarrolladores particulares de software libre y los usuarios de las TICs en sectores públicos y privados, deben ser todos identificados, analizados y proyectados a futuro bajo un sin número de escenarios. Las implicaciones políticas se presentan junto con un análisis del impacto económico del software libre sobre las TICs y la competitividad europea, basado en un análisis detallado del impacto sobre el desarrollo de las tecnologías y la dinámica del mercado tecnológico.

Este estudio proporciona un simple análisis participativo de la vasta suma de datos disponibles en el impacto técnico y económico de la intersección del software libre, la industria de las TICs y de la economía en general. El equipo del proyecto, liderado por MERIT, recogió información relevante a través de proyectos ya culminados y en curso; asimismo obtuvo información de otras fuentes públicas y privadas. El informe provee una plataforma estructurada a fin de integrar esta gran cantidad información; además establece predicciones bajo múltiples escenarios y proporciona una serie de recomendaciones junto con otros escenarios. Esta situación permitirá a los responsables de las políticas tomar decisiones sobre la base de evidencias empíricas
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

y confiando en que las políticas elegidas probablemente llevarán a resultados específicos.

Este proyecto se basó exclusivamente en una investigación académica de alta calidad, al mismo tiempo que estuvo vinculado muy de cerca con la industria. La versión final del proyecto fue presentada en la clausura pública del taller (N. de la T.: el texto original no presenta el nombre del taller) el 28 de septiembre en la ciudad de Bruselas. El público que asistió al taller estuvo conformado por universitarios, representantes de diferentes sectores de la industria del software, responsables de las políticas y miembros de la comunidad de desarrolladores de software libre. El reporte completo se divulgó a todos los participantes del taller como a aquellos que estaban inscritos en el taller y que no pudieron asistir. Además, también se divulgó a los miembros del Equipo de Tareas de la industria europea de las TICs, a representantes de la Red Europea de Apoyo al Negocio Electrónico (eBSN, por sus siglas en inglés) y a un grupo de expertos en software de código abierto de la IDABC (siglas en inglés de Prestación interoperable de servicios paneuropeos de administración electrónica las administraciones públicas, las empresas y los ciudadanos) de la Comisión Europea. El informe final despertó mucho interés y, de hecho, los comentarios recibidos han sido tomados en cuenta en esta versión final en la medida de las posibilidades.

4. Estructura del equipo del proyecto

Este proyecto reúne experiencia en materia de economía de la innovación, econometría, modelado y planificación de escenarios, propiedad intelectual y política de competencia, informática, ingeniería de las TICs y estudios políticos. El proyecto se ha formado, por una parte, con los aportes de varias disciplinas para asegurar su fundamentación empírica con encuestas referenciales, extracción de datos y análisis y, por otra parte, con un proceso de consulta con los distintos sectores involucrados en el mundo del software libre, la innovación de las TICs y la política económica. A diferencia de muchos estudios empíricos que tienden a basarse en datos provenientes de empresas encuestadoras, este estudio ha asegurado la participación de todos los grupos involucrados. De acuerdo con lo exigido por la Dirección General de Empresas, esta participación incluye grandes, medianas y pequeñas empresas, así como la participación en pleno de los miembros de la comunidad de software libre. Se combinan encuestas sobre diferentes temas con amplias bases de datos de software libre, desarrolladores y proyectos. Una vez analizada, esta información se integra para formar la base de previsiones tecnológicas y económicas, así como la base de la planificación de escenarios. Un estudio interdisciplinario de este tipo sólo puede ejecutarlo un equipo de probada experiencia en:

1. Estudios empíricos de innovación y prácticas innovadoras.
2. Análisis económico especialmente en materia de innovación y tecnología.
3. Modelado y la previsión basados en un amplio conjunto de datos.

4. Experticia en ámbitos internacionales no pertenecientes a la Unión Europea.
5. Experticia técnica especialmente en el conocimiento exhaustivo en procesos de desarrollo de software y en la formación de innovación en prácticas de software.
6. Dominio técnico en áreas relacionadas con el software como las telecomunicaciones; e interdependencia del software con las innovaciones computacionales.
7. Política de formación, recomendaciones y planificación de escenarios.
8. Acceso a varios sectores para la consulta y la adquisición de datos.
9. Difusión a varios sectores incluyendo responsables de las políticas.
10. Manejo de proyectos de envergadura ejerciendo un control riguroso sobre calidad de investigación.

Estos criterios no pueden ser satisfechos por una sola organización. Este estudio ha sido elaborado por un consorcio de expertos reconocidos en su campo que combinan habilidades complementarias y que evidentemente reúnen los criterios señalados anteriormente.

El proyecto está liderado por MERIT ubicada en la Universidad de Maastricht, la cual estuvo a cargo de la coordinación y el manejo así como de la mayor parte de la investigación económica. MERIT es el principal contratista de este estudio; de hecho, se encargó de subcontratar a los demás socios. Además, aportó información para los puntos 1-4 y 7-10. La Universidad Rey Juan Carlos de España, está considerada como la líder mundial en investigación basada en evidencia en la ingeniería en entornos de software libre; además, aportó experiencia y datos recolectados previamente para los puntos 5-6, de la misma manera como lo hizo el Centro de Empresas e Innovación de Alto Adige-Südtirol en Italia (BICST, por sus siglas en inglés). La Sociedad para los Espacios de Información Pública contribuyó en los puntos 5-6 y 7, mientras que la Universidad de Limerick, Irlanda, hizo su aporte en los puntos 8-9 y organizó el taller ya referido.

5. Metodología

El diseño de la metodología de la investigación proporciona un enfoque fundamentado en una experiencia comprobada en el análisis económico y escenarios previstos confiables, lo que garantiza un éxito en grandes cantidades de datos económicos respaldados por altos estándares académicos y respaldados por la experiencia en ingeniería de software. Anteriormente se han realizado interesantes estudios sobre el tema, de esta manera, las tecnologías de software continúan en evolución y representan nuevos cambios para los responsables de las políticas, el negocio de las TICs y la economía académica. Sin embargo, no existen suficientes estudios interdisciplinarios respaldados por medidas cuantitativas y pruebas empíricas en cuanto al impacto del software libre sobre el mercado de las TICs y; a su vez, sobre la innovación y la competitividad económica. En particular, existen pocos estudios a nivel nacional que incluyan un análisis económico importante² y ningún estudio ya realizado en Europa o en otra parte del mundo proporciona un enfoque global que responda a la pregunta: ¿cuál es el impacto económico del software libre?

El presente estudio apunta a proveer un marco de estudio integral para la evaluación de los efectos de los cambios en las tecnologías de la información relacionados con el software libre y su impacto sobre la industria de las TICs y la competitividad económica. Este objetivo se logra al

² El estudio de Klodt & Mundhenke (2005), de la Universidad de Kiel, respaldado por el Ministerio de Economías de Alemania es un estudio por naturaleza más teórico que empírico y se limita a la región alemana.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

establecer una lista de indicadores económicos, tecnológicos y de innovación a fin de evaluar el impacto del software libre a través del tiempo, teniendo en cuenta la previsión bajo un conjunto de escenarios distintos, sobre la base de un conjunto único de datos preexistentes y actualizados que forman quizás el mayor conjunto de datos relacionados con el software libre en el mundo.

7. Impacto económico del software libre

La medición y la predicción del impacto del software libre sobre el mercado de las TICs en la Unión Europea requieren de una interpretación de la variedad de factores que determinan la demanda de los bienes y servicios TICs. Enfocarse sólo en los efectos directos del desarrollo progresivo y del uso del software libre en el sector de software (o incluso en el sector de la competitividad de las TICs y en su mercado en general) sería omitir los efectos más importantes. Para ilustrar este punto, es necesario considerar algunas transformaciones importantes que ha experimentado el mercado de las TICs en el pasado y, en particular, el desarrollo del intercambio de información Web, ya que gran parte de este intercambio no produce un valor económico directo.

El índice de acceso a los contenidos o servicios del que se dispone, en comparación al pago o la suscripción es aún insignificante a pesar de cierto incremento reciente. El mercado publicitario en la Web ha experimentado un crecimiento significativo; no obstante, la transferencia de publicidad desde otros medios de comunicación también contribuye al crecimiento de la publicidad. Más allá de esta situación y a pesar del colapso de las empresas punto com, cabe reiterar que la Web (construida esencialmente con tecnologías de software libre) ha generado más crecimiento, más fuentes de trabajo y más mercado para los operadores de las TICs que ninguna otra transformación tecnológica reciente. Entre los años 1993 y 1999, cerca de 75.000 empleos se generaron en los Estados Unidos en el “sector de la información” que incluye *Internet publishing* (N. de la T.: empresa de publicidad en Internet), *Software publishing* (N. de la T.: empresas desarrolladoras de

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

software para oficina), proveedores de servicios de Internet (en adelante ISP, por sus siglas en inglés) y *hosting*³.

Aunque las estadísticas de la Unión Europea son menos precisas en términos de sector y categoría ocupacionales, se requiere de un análisis más profundo que vaya más allá del alcance del presente estudio, pues es probable que el crecimiento de la Web y su impacto sobre la tasa de empleo en Europa haya sido similar⁴. Sólo 18 meses después de la introducción general del acceso a la Web en el año 1993, el tráfico Web se ha hecho dominante en los *backbones*⁵ de Internet. Las tecnologías del Napster y luego de la P2P como sistemas de archivos compartidos también han experimentado un crecimiento impresionante a lo que se debe la mitad del tráfico web de hace algunos años⁶ con un gran impacto sobre el mercado de las telecomunicaciones, aunque el impacto económico general y el impacto sobre el empleo todavía no se compara con la creación de la Web (ver figura 26). Incluso los cambios menos negativos en cuanto a tecnología y uso, como los *blogs*, tienen un gran impacto sobre la economía de las TICs, mucho más allá de su importancia directa para la economía.

Resulta particularmente fundamental considerar la importancia de esos efectos indirectos a través de la creación de nuevos mercados / nuevas actividades a fin de medir el impacto económico del software libre, ya que este ha demostrado ser un generador de gran importancia para nuevos desarrollos, aún cuando al parecer no haya disponibilidad actual de ningún modelo empresarial (como se pone de manifiesto con los ejemplos de la Web, la P2P o la familia de los Blogs RSS). El crecimiento en los servicios de comercio de la Internet (Figura 27) que no están relacionados directamente con el software libre no sería posible sin la infraestructura del software libre y; por consiguiente, podrían acreditarse también como parte del impacto del software libre sobre la industria de las TICs.

³ Fuente: Departamento de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos.
<ftp://ftp.bls.gov/pub/suppl/empsit.ceseeb1.txt>.

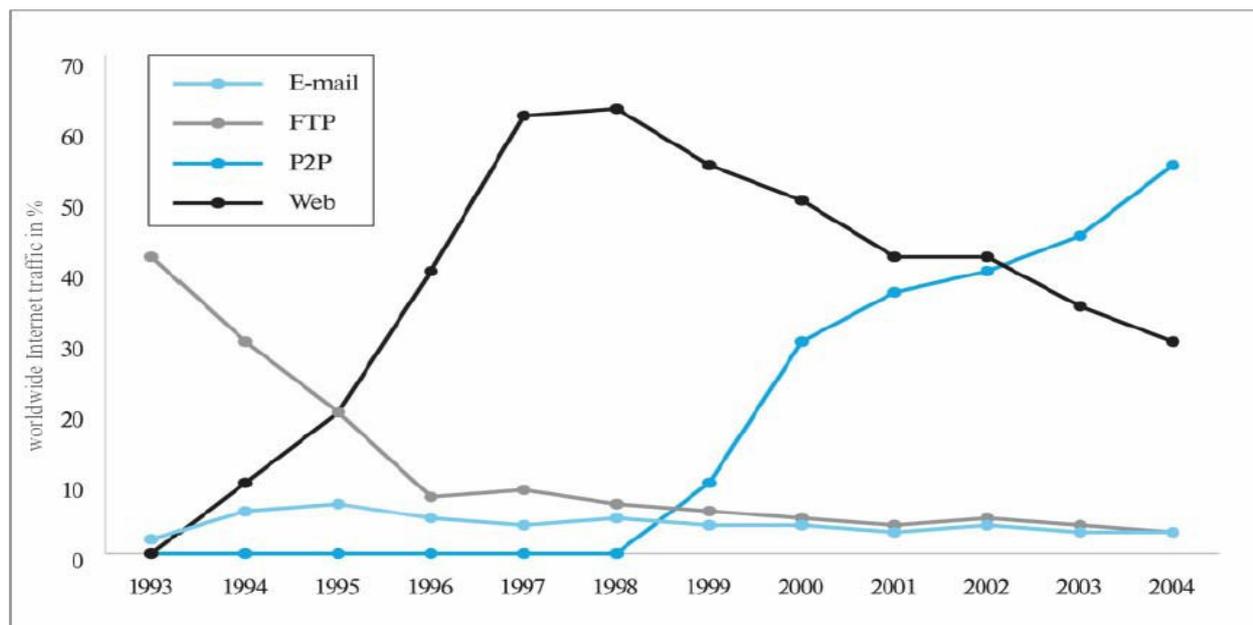
⁴ Si consideramos un estimado sólo para los EE.UU, restamos el número de empleos (alrededor de 200.000) que se perdieron durante el colapso de las empresas punto com, todavía queda un aumento neto de 550.000 empleos. En Europa, el impacto de la Web sobre la creación de puestos de trabajo ha pasado parcialmente desapercibido en las estadísticas totales debido a ciertas pérdidas de empleo que ocurrieron en este período en la industria no relacionada con las TICs ni con sus actividades.

⁵ *Internet growth: Is there a "Moore's Law" for data traffic?*, K.G. Coffman and A. M. Odlyzko. *Manual de datos masivos*, J. Abello, P.M. Pardalos y M.G.C. Resende, eds., Kluwerr, 2002, pp. 47-93.

⁶ Coffmann & Odlyzko, op. cit.

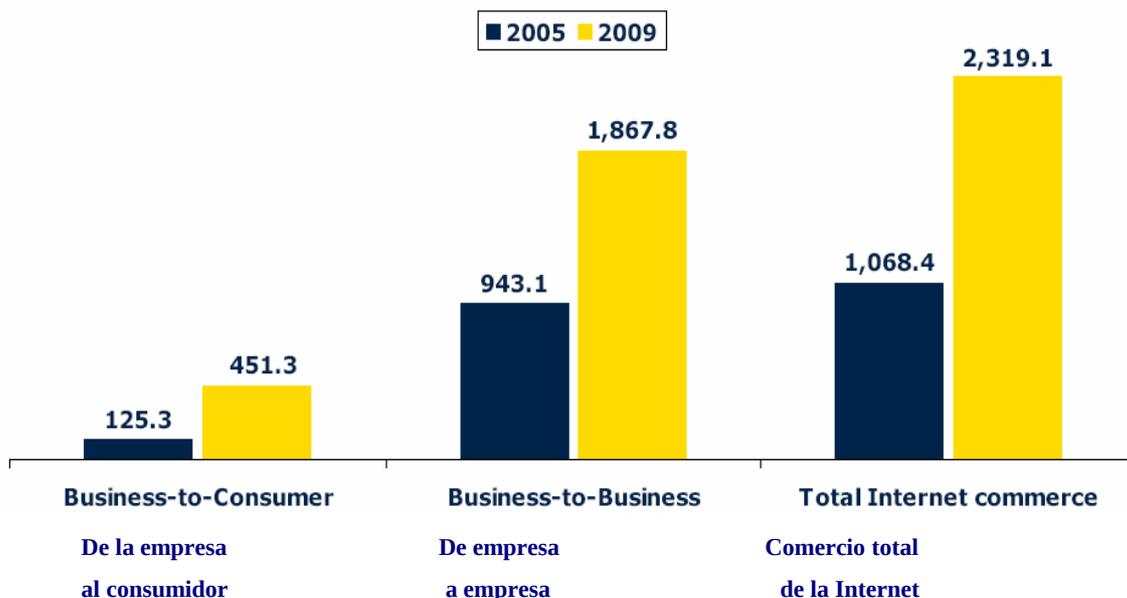
También cabe destacar el impacto potencial que de manera particular tiene el software libre sobre la industria secundaria (no vinculada a la TI) y sobre los servicios de salud, administrativos y educativos, pues a medida que se incrementa su uso en estas áreas de aplicación se puede producir un poderoso efecto de retroalimentación (*feedback*) en la demanda mundial de software y de servicios de las TICs (integración de sistemas, proveedores de soluciones, telecomunicaciones).

Figura 26: Tráfico mundial en la Internet



Fuente: CaheLogic P2P en el año 2005 citado por EITO 2006, "Redes y mercado P2P"

Figura 27: Comercio a través de Internet en Europa Occidental



Mercado en millones de euros, para los países del EU-15 más Noruega y Suiza. Fuente EITO 2006, "Mercados de las TICs"

7.1.1. Resumen

- Medir el impacto económico del software libre requiere considerar una variedad de factores que determinan el suministro y la demanda de bienes y servicios TICs.
- El software libre tiene impactos económicos directos: respaldados por las empresas que, por una parte, invierten un estimado de 1.2 billardos de euros para el desarrollo de software, adicional a los 263 billardos de ingresos anuales y, por otra parte, aumentan el número de empleos. Tal como sucede con las TICs en general, resulta difícil evaluar el impacto indirecto del software libre. Este hecho se evidencia al indicar la influencia del software libre en el desarrollo de competencias y al fomentar el crecimiento de la tasa de empleos y de las PyMEs.
- El software libre en sí mismo no explica su desempeño en las empresas contribuyentes. Sin embargo, en algunos de los sectores como en el sector de los productores de software, las empresas que contribuyen con el software libre muestran mejores resultados en ciertos indicadores de ingresos (por ejemplo, ingresos por empleado) que las empresas que sólo producen otros tipos de software.
- Sería un error considerar a los colaboradores del software libre como meros espectadores o

participantes de poca importancia para la economía de hoy día. Una cifra estimada y conservadora de 570 mil empleados es más o menos el equivalente de las empresas contribuyentes de código a los proyectos del software libre.

- En cuanto al empleo, la industria de las TICs hace uso de un amplio rango de niveles de competencia y especialización; además, las TICs lideran de manera sucesiva la demanda de toda una variedad de competencias en la fuerza laboral. Es importante considerar el impacto del software libre sobre los empleos directos e indirectos.
- Tanto el software libre como otras aplicaciones de las TICs, lideran la demanda de habilidades particulares como aquellas vinculadas al desarrollo de software. Sin embargo, el software libre requiere de competencias provenientes tanto de la infraestructura formal (por ejemplo, ingenieros de software), como de acciones de la comunidad del software libre, entre las que se incluyen la gestión de proyecto, la ley de derechos de autor y la iniciativa empresarial. El software libre puede impulsar la demanda de una variedad de competencias y especializaciones (por ejemplo, educación formal, educación informal, diversidad de especializaciones más allá de las más conocidas dentro de la capacitación en TICs).
- El software libre impulsará la demanda para las competencias en todos los sectores de la economía al igual que en toda la industria de las TICs en general.
- El software libre tiene la posibilidad de aumentar la capacidad de generación de empleos, debido al entorno de capacitación y aprendizaje continuos que se da dentro de la comunidad del software libre.
- El software libre permite a los empresarios encontrar “personas con el perfil ideal” para cubrir la demanda inmediata de empleos a medida que pueden recurrir a la comunidad de software libre, sin tener que depender exclusivamente de la solicitud de infraestructura formal y tradicional (por ejemplo, profesionales universitarios).
- Las comunidades de software libre proporcionan un aprendizaje y una capacitación informal lo que puede permitir a los empresarios reducir el presupuesto destinado a la capacitación.
- El software libre puede contribuir a lograr que el sector TICs sea más dinámico en Europa y que facilite más oportunidades atractivas a jóvenes investigadores y desarrolladores que viven en Europa.
- Encuestas sobre patrones de movilidad se refieren a la influencia del software libre en los investigadores para permanecer en aquella localidad donde desarrollen sus redes y donde pertenezcan a una comunidad, en el transcurso de sus estudios. La comunidad del software libre es una comunidad firme y puede ser tanto para la política regional como para la política nacional un instrumento que mantiene cautivos a la cantidad de trabajadores altamente calificados. Sería muy prematuro afirmar que esta situación pudo haber reducido el movimiento de profesionales en el ámbito de las TICs hacia países como los Estados Unidos; sin embargo, algunos indicios

ciertamente sugieren que vale la pena realizar una investigación más profunda al respecto.

- Resultan insuficientes los datos que permitan comprobar el impacto del software libre sobre el uso e innovación de las TICs para las PyMEs, aunque se podría afirmar que el uso del software libre por parte de las PyMEs es en sí mismo una medida innovadora.
- Existen indicadores claros de que la disponibilidad del software libre permite la adaptación de las TICs en las PyMEs y esta adaptación incluye al mismo software libre y al software privativo.

7.2. Producción básica de código abierto

La productividad del software y la estimación de la producción primaria del software en sí mismo resultan esencialmente de la intersección de la ingeniería económica y la ingeniería de software, en el caso del software libre se toman en cuenta dos aspectos:

1. ¿Cuáles son los costos actuales de desarrollo de una serie de software dado, en términos de tiempo y esfuerzo, y cuál es su equivalente en términos monetarios?
2. ¿Cuál sería el costo de sustitución del mismo software, es decir, cuánto costaría desarrollar dentro de una empresa el mismo software en un modelo de software propietario⁷?

⁷ Note que por el costo de sustitución del software, nos referimos al costo en caso de que una empresa desarrolle el software completamente. Esta es una manera de ubicar un valor estimado en euros en la producción representada por la base existente de software de código abierto disponible. En este apartado no tratamos cuánto
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Resulta indispensable conocer el segundo aspecto en profundidad; además, este aspecto proporciona datos referentes a los efectos de la sustitución por investigación y desarrollo, como se describe más adelante en esta sección. El costo de sustitución se calcula al utilizar modelos usados ampliamente en la industria del software por el costo de estimación de un proyecto dado sobre la base de una serie de factores tales como: el tamaño del software resultante (líneas de código fuente), la complejidad del software, la naturaleza del tiempo crítico, etc. La producción de este modelo estándar para la estimación de costos (llamado COCOMO⁸, por su acrónimo del inglés *CO*nstructive *CO*st *MO*del) resulta de la cantidad mínima de programadores requeridos y su esfuerzo en persona-meses. Basándose en este tipo de cálculos, es posible usar los datos salariales de la industria de las TICs para estimar el total de costos requeridos para desarrollar el software. La información salarial se encuentra a disposición, por ejemplo, en los datos de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (en adelante OECD, por sus siglas en inglés) disponibles en MERIT y en datos de acceso público a través del servicio *PayScale* (*Payscale.com*) que ofrece datos detallados en materia de salarios en diferentes regiones del mundo, basados en las aptitudes de los trabajadores y en la descripción de su trabajo. Esta información salarial se usa para calcular el valor de la producción básica tomando como base la distribución geográfica de los desarrolladores y de sus habilidades, estableciendo una relación de los cálculos persona-meses con los valores monetarios y multiplicándolos luego con los niveles de salario apropiados⁹.

Tabla 2: Costos por reemplazo/producción para la colección Debian en aplicaciones del software libre

Código base de la colección	Distribución de software libre Debian 3.1 (2005)
-----------------------------	--

costaría actualmente desarrollar en una empresa el software del proyecto Debian que se estudia en esta sección, para una necesidad específica que dependería de casos específicos. En la sección 8.3.1, “Nokia y Maemo: un caso de estudio del reemplazo de investigación y desarrollo” se ofrece una discusión que va más allá de la sustitución actual de la investigación y el desarrollo interno.

⁸ Boehm, Barry W., *Software Engineering Economics*, Prentice Hall, 1981. Hasta hace poco, este fue el modelo de estimación de costos de proyectos de software más usado en el ámbito mundial, hasta su reemplazo por varias versiones de COCOMO-II, un modelo que requiere parámetros que no necesariamente pueden estimarse por una gran base de software existente y así no dificulta la aplicación del software libre.

⁹ El costo en la tabla 2 y en otra parte de este informe se evalúa con atención como el promedio salarial no ponderado de *Payscale.com* para los ingenieros en software, desarrolladores y/o programadores con tan sólo un año de experiencia en 15 países de la Unión Europea. El promedio se ha reducido enormemente por la inclusión inesperada de Portugal y Grecia a la Unión Europea. Este salario promedio se multiplica por 2,4 considerado como gastos generales (para una discusión de la metodología, ver el trabajo de Wheeler David, 2001 “*More than a Gigabuck: Estimating GNU/Linux's Size*” que se encuentra en el sitio web <http://www.dwheeler.com/sloc/redhat71-v1/redhat71sloc.html>).

Líneas de código fuente	221,351,503
Si Debian fue desarrollado en una compañía de software...	
Estimación de esfuerzo	163.522 personas-años
Costo estimado por desarrollo (hasta el año 2005)	11.9 millardos de euros
Costo estimado por desarrollo (hasta el año 2010)	100 millardos de euros

Copyright © 2006 MERIT. Fuente: cálculos de la URJC (estimación acumulativa del esfuerzo), payscale.com (datos salariales)

La Universidad Rey Juan Carlos (en adelante URJC) publicó algunos cálculos aproximados sobre los costos de reemplazo para el sistema Debian, una distribución de software libre ampliamente conocida que incluye el sistema operativo GNU/Linux y la mayor parte de todas las aplicaciones estables de software libre y sus herramientas. Estos cálculos ascienden a más de 200 millones de líneas de código fuente. En la Tabla 2 se presenta un análisis más detallado, basado en una versión más compleja de COCOMO que toma en cuenta una cantidad de factores como la complejidad del código, el nivel de habilidades requerido para los desarrolladores, la fiabilidad y el tipo de software. Estos parámetros detallados han sido evaluados manualmente para los 100 proyectos de software libre más grandes que se incluyen en la colección Debian de aplicaciones de software libre y equivalen a más del 35% de todo el código fuente de la colección completa. Por consiguiente, la Tabla 2 muestra un cálculo bastante preciso del costo de sustitución del código completo del software libre distribuido basando en la producción actual.

Se debe enfatizar que la cantidad de código de software libre distribuido (medido según las líneas de código fuente, o SLOC, por sus siglas en inglés) se duplica cada 18 a 24 meses. Este es precisamente uno de los descubrimientos de nuestro estudio de más de 8 años sobre la colección Debian. Este descubrimiento concuerda con la evolución de otras colecciones de software libre (como el código de software libre basado en el lenguaje de programación Java). Por supuesto, este hecho evidencia que durante los últimos 18-24 meses fue creado tanto el código de software libre como toda la historia previa del desarrollo del software libre, lo cual se refiere sólo al código “red”, el código más antiguo se reescribe o reemplaza con un código nuevo (un estimado basado en el análisis de una muestra de proyectos de software libre demuestra que el 50% del código es reemplazado al menos cada 5 años). Por lo tanto, se puede deducir el tamaño del código base disponible para el año 2010 (la tendencia es que en los últimos 8 años no ha reducido de ninguna manera y resulta poco probable que disminuya en los próximos 4 años). Debido a esta situación, el límite más bajo para el valor del costo de sustitución es de más de 100 millardos de euros, como se

muestra en la Tabla 2¹⁰.

Por su parte, en la Tabla 3 se observa una muestra para los proyectos seleccionados. Se presentan los datos cronológicos necesarios de los últimos años y en la Figura 28 se muestra la salida del código estratificada por tipo de contribuidor en un período de tiempo de más de 7 años. Esta salida basada en demandas por créditos y derechos de autor, de manera que pueden no figurar las contribuciones de personas que (como muchos hacen) olvidan las demandas y los derechos de autor o lo ceden a una fundación o a una compañía. Por otra parte, las contribuciones de aquellas empresas muy pequeñas con frecuencia se otorgan a nombre de contribuyentes particulares o para algunos proyectos (como por ejemplo el *Zope*) en nombre de una “fundación” paraguas. Finalmente, los empleados de algunas compañías pueden contribuir sin darles los créditos a sus empleadores; no queda claro si se trata de una contribución a la compañía, a no ser que la compañía haga una buena elección para no reivindicar el crédito o los derechos de autor del código que sus empleados aportan.

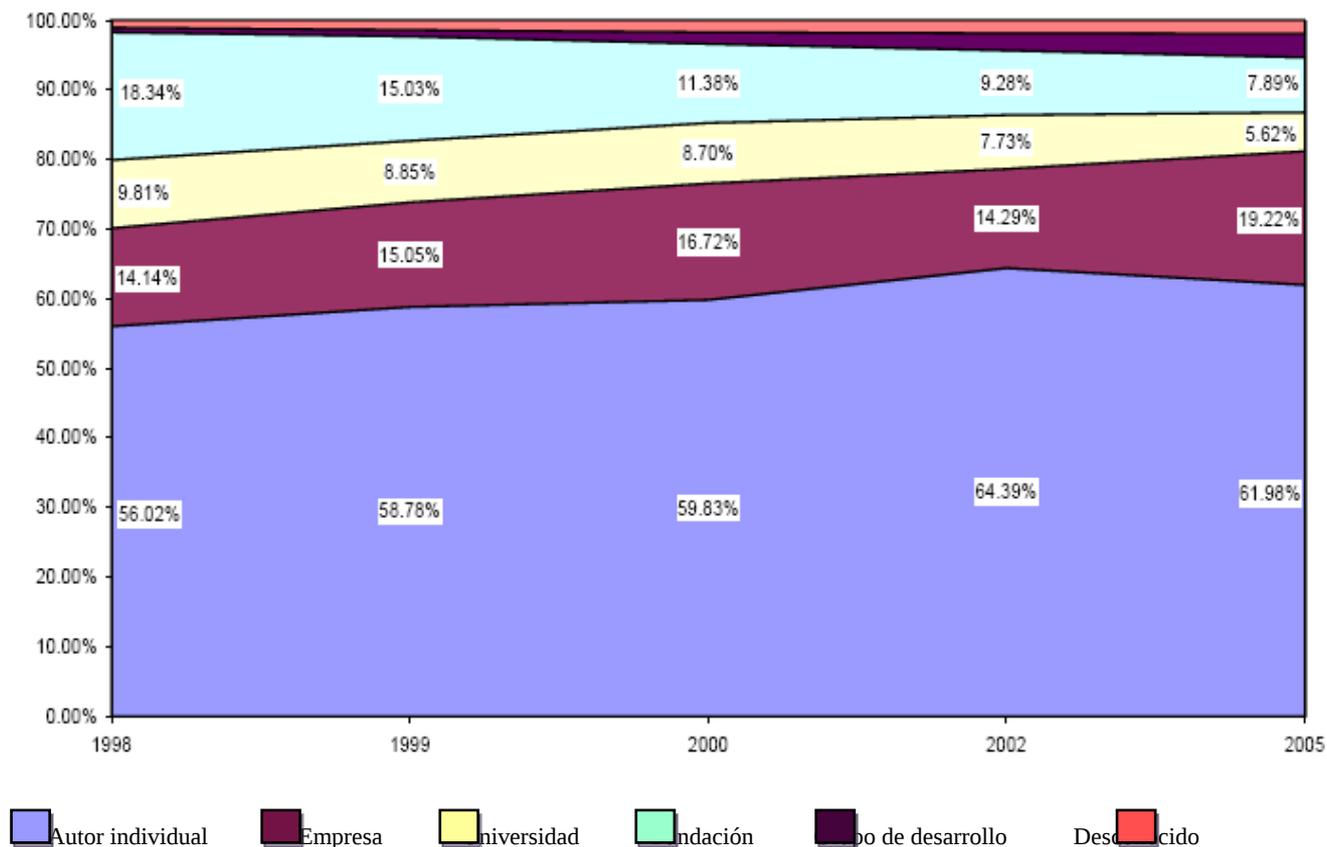
Tabla 3: Costo de producción estimado para los 5 productos de software libre más grandes

Paquete software	Líneas de código	Meses	Persona-meses	Costo (millardos de euros)
openoffice.org	5181285	130	79237	482
kernel-source-2.6.8	4033843	160	145036	882
mozilla (firefox)	2437724	87	25339	154
gcc-3.4	2422056	113	54048	329
xfree86	2316842	90	27860	169

Copyright © 2006 MERIT.

Figura 28: Distribución del código producido por personas, empresas y universidades.

¹⁰ Note que la función del costo de estimación aumenta rápidamente; sin embargo, en la Tabla incrementamos nuestro costo de estimación proyectado de manera lineal para el año 2010, por lo que en efecto resulta una estimación moderada.



Copyright © 2006 MERIT. Fuente: URJC. Muestras del porcentaje de contribución de código para la colección Debian.

En la Tabla 4 se muestran los cálculos de contribución de código para Debian 3.1 hasta el año 2005 para las universidades seleccionadas (incluyendo algunas universidades europeas). Posteriormente, en la Tabla 5 se muestran por una parte, los cálculos preliminares del valor del código aportado por determinadas empresas a los proyectos de software libre y, por otra parte, el cálculo sobre valor del código aportado por *todas* las empresas. Cabe señalar que las mismas empresas tienen poca posibilidad de conocer el valor de su propia contribución, excepto cuando siguen una política para contribuir de manera deliberada (y medible) con proyectos específicos de software. Por ejemplo, la IBM ahora calcula gastos superiores a los 100 millones de dólares anuales en desarrollo de proyectos en Linux, aunque esto incluya mantenimiento y formas de participación distintas a la escritura del código solamente (esta cifra la presentó Doug Heintzmann, Director de Estrategias Técnicas del *IBM Software Group* en el congreso “*Open Standards and Libre Software in Government*” (Estándares abiertos y Software Libre dentro del Gobierno) organizada por MERIT con el apoyo de la Presidencia holandesa de la Unión Europea en el mes de noviembre del año 2004. La IBM actualizó la mencionada cifra para este informe).

Tabla 4: Contribución de código de abierto por parte de las universidades seleccionadas

Categoría	Persona-mes	Universidad/Organismo de investigación
1	4955	Consejo Administrativo de la Universidad de California
2	4774	Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT)
3	1687	Universidad Carnegie Mellon
4	1340	Universidad de Chicago
5	1009	Instituto Nacional de Investigación en Informática y Automática (INRIA, por sus siglas en francés)
6	982	Universidad de Amsterdam
7	870	Stiching Mathematisch Centrum de Amsterdam
8	551	Universidad Estatal de Ohio
9	518	Universidad de Utah
10	505	Universidad de Notre Dame

Copyright © 2006 MERIT. Muestras de los cálculos persona-mes acumulativos por contribución en Debian para el año 2005

Tabla 5: Estimación de costos de código abierto aportado por empresas

Contribución total por parte de las empresas			
Número de empresas		986	
Líneas de código fuente		31.2 millones	
Estimación de esfuerzo		16.444 personas-años	
Estimación de coste		1.2 millardos de euros	
Máximos contribuyentes			
Categoría	Nombre	Persona-mes	Costo (millones euros)
1	Sun Microsystems inc.	51372	312

2	Corporación IBM	14865	90
3	Red Hat corporate	9748	59
4	Silicon Graphics corporate	7736	47
5	SAP AG	7493	46
6	MySQL AB	5747	35
7	Netscape Communications corporate	5249	32
8	Ximian Inc.	4985	30
9	RealNetworks Inc.	4412	27
10	AT&T	4286	26

Copyright © 2006 MERIT. Cálculo de la estimación de costos acumulados de sustitución por contribución a Debian para el año 2006

Notamos que se han aplicado las metodologías descritas anteriormente para los cálculos de costos de sustitución no sólo en proyectos de software libre para los cuales el software propietario se presenta con una funcionalidad similar (por ejemplo, el *OpenOffice*), sino también en los casos de software libre que no tienen ningún equivalente directo en el propietario. Entre los ejemplos de esta categoría única e innovadora del software libre se encuentran en primer lugar, el programa *mldonkey*, la única aplicación multired que permite conexión a un gran número de redes P2P simultáneamente para comunicación colaborativa y distribuida, y en segundo lugar, el sistema *Plone*, un Sistema de Gestión de Contenidos extremadamente potente e interactivo. Curiosamente, ambos proyectos son europeos en términos de desarrollo y liderazgo, aunque son usados en todo el mundo.

El costo de reemplazo también proporciona algunos indicadores del costo real. Sin embargo, no corresponde con una representación exacta del costo real, en términos de tiempo invertido por los desarrolladores del software libre, como la que presenta el modelo de costo de COCOMO que se basa en los costos de desarrollo en el modelo de software *propietario* (en particular, cierto entorno de desarrollo estándar), que no necesariamente es el mismo en cuanto a tiempo, esfuerzo y costo para el desarrollo del software libre. No resulta una tarea sencilla determinar el esfuerzo real que ha hecho posible el desarrollo del software de código abierto. La mayoría de los modelos de estimación de costos y esfuerzo son diseñados para modelos de desarrollo interno y modelos clásicos de desarrollo. En el proceso de desarrollo del software libre hay muchos actores involucrados que contribuyen directamente además del grupo de desarrolladores.

No obstante, estimar el esfuerzo del grupo de desarrolladores es apenas un primer paso para

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

calcular el esfuerzo que la sociedad está poniendo en los programas de software libre.

Hemos realizado cálculos del esfuerzo real representado por el código base existente del software libre, para lo cual se ha usado la siguiente metodología: encuestas a desarrolladores de software libre (que incluyen respuestas acerca del esfuerzo que han dedicado a proyectos específicos durante un período determinado) y la base de datos del sistema de control de versiones de software (CVS, por sus siglas en inglés) que provee el número de líneas, el tiempo de cambio y la identidad del desarrollador para cada línea agregada o suprimida en todos los proyectos de software para los que están disponibles. En resumen, los datos del CVS se utilizan para calcular la cantidad de código generado (o cambiado) por personas durante cierto período. Esta información se compara con los datos de tiempo de esfuerzo de personas declarados en las encuestas. Los resultados de este estudio reflejan una función de mapeo del esfuerzo (en persona-meses) a la cantidad de código software generado (o cambiado).

Posteriormente aplicamos esta función de mapeo a la inversa a cierto porcentaje de software libre desarrollado (al analizar los datos correspondientes del CVS y al calcular la producción de código). De este modo, puede estimarse el esfuerzo total que implica el desarrollo de software libre en términos de tiempo. Además, puede evaluarse el tamaño del equipo, así como también los costos de oportunidad en términos monetarios, al calcular el equivalente al coste salarial del tiempo de aporte estimado de los desarrolladores. Luego, estos datos son extrapolados por el código base total de software libre publicado, teniendo en cuenta las diferencias entre la muestra evaluada en detalle y el universo del código base. El resultado es el primer cálculo del valor en términos de esfuerzo de toda la producción primaria de software libre, así como el equivalente en términos monetarios (coste de oportunidad) para el valor de la producción primaria del software libre (ver Tabla 6).

Note que estas cifras son mucho más bajas que el costo de sustitución estimado que se muestra en la Tabla 2. Mientras quizás haya muchas razones que lo justifiquen, incluyendo el hecho de que la metodología de estimación logra ser más desarrollada, un punto realmente importante es que el cálculo del costo de sustitución se basa en un modelo que incluye el costo total de tiempo de desarrollo para de empresarios. El desarrollo del software requiere mucho más que la simple programación y todas las actividades posibles, es decir, trabajadores a tiempo completo; actividades que están incluidas en el cálculo de costo de sustitución del modelo COCOMO.

Por lo general, el código del software libre se está renovando constantemente y en muchos proyectos grandes se ha encontrado que al menos el 50% del código base se cambia en un período de 5 años¹¹. Además, desarrolladores activos afirman que el 58% del tiempo de desarrollo se va en codificación; sin embargo, este resulta un cálculo mínimo ya que los desarrolladores tienden a excluir algunas tareas no relacionadas con la codificación esenciales en el “tiempo de desarrollo” (como referencia, los cálculos sugieren que aquellos programadores que trabajan en la industria invierten menos del 50% de su tiempo codificando). En efecto, encuestas sobre el registro de actividades de los desarrolladores revelan que los programadores invierten quizás el 33% de su tiempo en desarrollo, realizando sólo tareas de desarrollo en sí, como escribir código y depurar errores. En vista de que el código base aumenta potencialmente, estimamos que la cifra real por esfuerzo de los desarrolladores es, por lo tanto, de al menos 131.832 personas-año, sólo *programadores*, para los últimos 5 años o por encima de un equivalente de 26 mil en tiempo completo del tiempo de programadores voluntarios cada año.

Mientras se calcula el esfuerzo real no es posible; sin embargo, determinar o incluso delimitar el tiempo invertido en desarrollo, pero sí en programación real. Aunque a los encuestados se les pidió discriminar entre el tiempo total que invierten en desarrollo y el que invierten codificando, lo que luego se incluyó en los cálculos de estimación de esfuerzo, es probable que los desarrolladores subestimen el tiempo invertido en actividades que ellos consideren que no están relacionadas con la producción de código. Es más, en caso de que estos cálculos sean usados para fines contables, podemos estar seguros de que el tiempo de codificación representa el costo de oportunidad (en efecto, en un sueldo específicamente para un programador productivo que no gaste tiempo haciendo mucho más), otro tiempo de entrada puede ser empleado más equitativamente así como puede ajustarse de modo voluntario a poco o ningún costo.

Finalmente, se debe reconocer que este hecho bien podría representar una mayor productividad para los desarrolladores de software libre, lo que origina un tema de numerosos debates en la comunidad de la ingeniería de software. Los desarrolladores de software libre surgen para trabajar de manera independiente, optimizando su nivel de contribución con costos de coordinación relativamente bajos. En vista de que los costos de desarrollo de software se incrementan exponencialmente en el modelo COCOMO de desarrollo de software propietario debido principalmente a los costos de coordinación (el código base más grande, el equipo más

¹¹ Robles, Gregorio, González Barahona, Jesús M. y Herraiz, Israel. 2005. “*An Empirical Approach to Software Archaeology*”, en Actas del Congreso Internacional sobre Mantenimiento de Software del año 2005 (ICSM, por sus siglas en inglés), Budapest, Hungría, septiembre 2005.

grande y la mayor complejidad), y si además se evitan o se reducen substancialmente con el modelo de desarrollo de software libre, de alguna manera se tendría que explicar la aparente productividad de los desarrolladores de software libre.

Resultados empíricos han llevado a la comunidad de la ingeniería del software al debate acerca de la naturaleza del desarrollo del software libre. Los proyectos de software libre surgen para infringir aquellas “reglas” según las cuales los proyectos deben tener un crecimiento sublineal al asumir (como lo hace COCOMO) que el esfuerzo aumenta exponencialmente con el tamaño del proyecto. Por cuanto el esfuerzo en realidad no puede crecer exponencialmente, el tamaño tampoco puede aumentar de forma lineal. Algunos datos provenientes de la bibliografía referente a la ingeniería del software demuestran que muchos proyectos de software libre *tienen* un crecimiento lineal o supra lineal¹² porque sugieren un cambio estructural en el nivel de complejidad. En efecto, nuestro cálculo del “valor real” muestra un incremento sublineal del esfuerzo con relación al tamaño del código, a diferencia de COCOMO que muestra un crecimiento exponencial.

La hipótesis viene a ser entonces la siguiente: aunque la coordinación y el manejo de habilidades requeridas para un gran grupo de desarrolladores de software libre son importantes, el esfuerzo central de coordinación (y la coordinación de costos) o no existe o es muy reducido. Ello se explica por el inmenso número de desarrolladores que no se encuentran coordinados como un equipo único. La bibliografía actual sobre la ingeniería del software muestra datos importantes, los cuales se basan, entre otras, en el análisis de la red social, que a su vez, indica que los desarrolladores de software libre trabajan de manera independiente en una estructura auto-organizada¹³. Este hecho reemplaza la complejidad en la coordinación (que demanda costos de

¹² Ver por ejemplo Godfrey, Michael W. y TU, Quiang. 2000. “*Evolution in Open Source Software: A Case Study*”, *Actas del Congreso Internacional sobre Mantenimiento de Software*, San José, California, 131-142; Succi, Giancarlo, Paulson, J. W. y Eberlein, A. 2001. “*Preliminary Results from an Empirical Study on the Growth of Open Source and Commercial Software Products*”, Taller EDSE-3 (incluido en el Congreso Internacional de Ingeniería de software, ICSE, por sus siglas en inglés), Mayo 2001, Toronto, Canadá; Robles Gregorio, Amor, Juan José, González-Barahona, Jesús M. y Herraiz, Israel. 2005. “*Evolution and Growth in Large Libre Software Projects*”, *Actas del Taller Internacional sobre Principios de la Evolución del Software*, Lisboa, Portugal Septiembre, 165-174; Koch, Stefan. 2005. “*Evolution of {O}pen {S}oftware System – A large-Scale Investigation*”, *Actas del 1er Congreso Internacional sobre Sistemas de Código Abierto*, Genova, Italia, julio.

¹³ Ver ejemplos en Crowston, Kevin y Howison, “*The social structure of free and open source software development*”, *First Monday*, volumen 10, número 2 (febrero), http://www.firstmonday.dk/issues/issue10_2/crowston; Wendel de Joode, Ruben van y Kemp, Jeroen. 2001. “*The Strategy Finding Task Within Collaborative Networks, Based on an Exemplary Case of the Linux Community*”, <http://opensource.mit.edu/papers/dejoode.pdf>; Trung T. Dinh-Trong y Bieman, James M. 2005. “*The FreeBSD Project: A Replication Case Study of Open Source Development*”, *IEEE Transactions on Software Engineering*, volumen 31, número 6, páginas 481-494, junio; Mockus, Audris, Fielding, Roy T. y

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

coordinación) por la complejidad de la estructura organizativa (que puede requerir una mayor distribución de sistemas de coordinación junto con habilidades sofisticadas, pero un menor esfuerzo de alto nivel y, por tanto, menos costos). La estructura asegura que nadie tiene (o necesita tener) el “panorama completo” para que un sistema complejo sea construido. Esta estructura de coordinación autoorganizada forma parte de la evolución de los proyectos de software, que de llegar a crecer más, tienden a dividirse en sub-proyectos más pequeños que operan de manera independiente uno del otro, como los que ha estudiado el servidor Apache, el KDE y el GNOME¹⁴, entre otros.

De este modo, para lograr que personas particulares contribuyan de manera efectiva con el desarrollo del software es necesaria una amplia distribución de la coordinación y del manejo de las habilidades. Tales habilidades se adquieren entre la comunidad de desarrolladores de software libre (véase Sección 7.4.1 para mayores detalles). Quizás esta amplia distribución de destrezas significa que el costo de oportunidades para los desarrolladores de software libre debe ser mucho mejor valorado de lo que hasta ahora se hace.

Tabla 6: Estimación del esfuerzo real y del coste de oportunidad para el código base del software libre

Colección de código base	Distribución de software libre Debian 3.1 (2005)
Líneas de código fuente	221,351,503
Número de desarrolladores	17.000 (estimación)
Esfuerzo estimado (sólo en codificación)	43.944 personas-años
Costo estimado de desarrollo (sólo en codificación)	2,67 millardos de euros
Costo estimado de desarrollo por períodos de 5 años	131.832 personas-años
Equivalente del tiempo completo de los empleados (año 2006)	26.000

Copyright © 2006 MERIT.

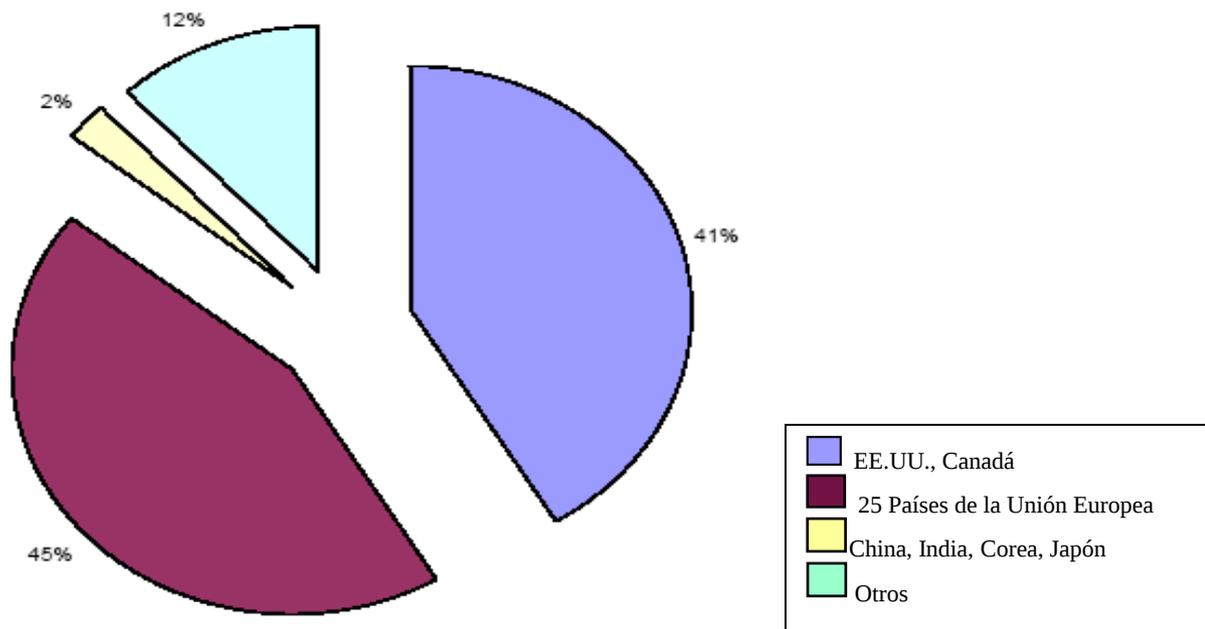
En vista de que las funciones de estimación de costos se encuentran estrechamente relacionadas con el alcance de la contribución de código, la distribución geográfica de ingresos en desarrollo de software libre sigue de cerca a las distribuciones presentadas en la sección 6.3, “Situación demográfica de desarrolladores de software libre”. Además, la inversión por regiones no se puede calcular con tanta precisión como la estimación de los métodos de trabajo para los grupos de desarrolladores vinculados, ya que la mayoría de los proyectos de software libre tienen desarrolladores repartidos en varios países. Sin embargo, en la Figura 29 se muestra la distribución

Herbsleb, James D. 2002. "Two case studies of Open Source Software development: Apache and Mozilla", *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, volumen 11, número 3, páginas 309-346,

¹⁴ Germán, Daniel M. 2004. "The GNOME Project: a Case Study of Open Source, Global Software Development", *Journal of Software Process: Improvement and Practice*, volumen 8, número 4, páginas 201-215

de *commits* para proyectos de software libre agrupados por región¹⁵.

Figura 29: Porcentaje de contribución de código por regiones



Número de *commits*. Copyright © 2006 MERIT. Fuente: URJC

7.3. Empresas desarrolladoras de software libre

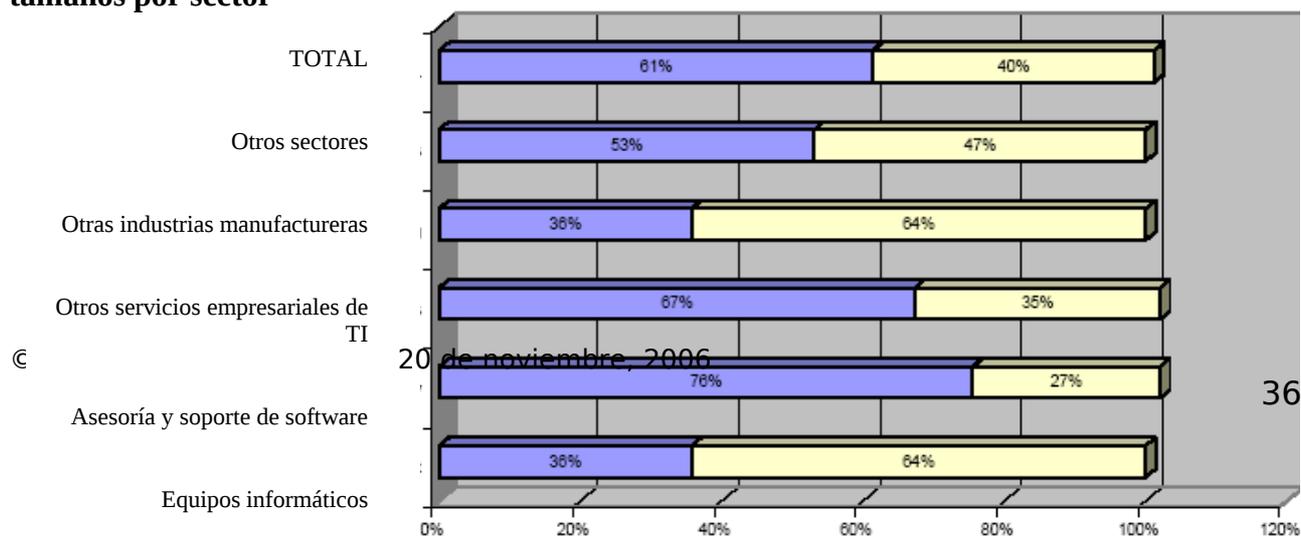
Los siguientes datos han sido evaluados luego de la recopilación de información acerca de la contribución de empresas particulares que desarrollan sistemas de software libre y han sido referidos del análisis del código fuente y de la información del control de ediciones. La Tabla 5 de la página 23 muestra que para el año 2005, 986 empresas estuvieron identificadas con el sistema Debian, una distro de código abierto, de acceso público y con niveles de calidad.

¹⁵ Los *commits* son proxys que se utilizan en la contribución de códigos. Cada *commit* es distinto.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Estos datos están combinados con información disponible sobre tamaño de las empresas provenientes, por ejemplo, de la base de datos *Amadeus*, que posee información financiera de más de ocho millones de empresas.

Lo que sigue a continuación es una descripción de los resultados que se añadieron luego de la adaptación de: 1) los datos referentes a las empresas contribuyentes de código de software libre al sistema Debian (incluyendo, por ejemplo, el tiempo de contribución y las líneas del código); y 2) los datos del *Bureau van Dijk* de la base de datos *Amadeus* (ejemplo: empleados, sectores e ingresos). Los nombres de las empresas que se identifican con el sistema Debian fueron buscados manualmente en la base de datos *Amadeus*. Hubo ocasiones en las que una empresa con Debian llegó a devolver múltiples entradas en el buscador. Por ejemplo, compañías diferentes con nombres similares que estaban ubicadas en diferentes países en contraposición con empresas filiales de una misma compañía. *Amadeus* es una base de datos europea; sin embargo, algunas de las empresas registradas en dicha base de datos y que están representadas con el sistema Debian, se encuentran localizadas en todo el mundo. Cuando la casa matriz no estaba en Europa, se seleccionó la empresa filial más grande. Su tamaño era determinado en términos de ingresos y de movimientos financieros. Si no se hallaba esta información, se utilizaba el número de empleados como indicador. A ello le añadimos que se preferían los datos consolidados a los datos no consolidados cuando se podía tener acceso a ellos. En aquellos casos donde había muchos nombres de empresas similares, se consultaban las páginas web de las compañías a fin de determinar cuál era la compañía correcta.

Figura 30: Empresas contribuyentes de código de software libre: porcentaje de tamaños por sector



■ PyMEs ■ Grandes empresas

Copyright © MERIT. Datos del sistema Debian aportados por la URJC; datos por sector y tamaño de las empresas arrojados por Amadeus y MERIT. PyMEs según la definición de la Unión Europea: <250 empleados. n=158.

Se debe resaltar que cerca del 25% del total de empresas tiene presencia en Europa. De hecho, este porcentaje puede ser más elevado, debido al gran número de empresas que no están registradas en las bases de datos europeas y son probablemente empresas mucho más pequeñas (microempresas). Los resultados se basan en una muestra relativamente baja (aproximadamente 13%) del total de empresas, para la cual fueron útiles datos financieros y datos de los empleados en años similares. Sin embargo, es probable que esta muestra sea una representación del total de contribución por parte de las empresas con dos tendencias: primero, que las microempresas y las PyMEs no europeas no figuren y, segundo, que algunas empresas contribuyentes de aplicaciones de software libre muy especializadas generalmente no públicas puedan excluirse de dicha muestra.

La Figura 30 muestra el porcentaje de las PyMEs (que usan la definición de la Unión Europea <250 empleados) y de las grandes empresas contribuyentes de código por sectores. Queda claro que en general las PyMEs dominan el aporte de código de software libre para la mayoría de los sectores en términos de cantidad de contribuyentes (en especial si se considera que nuestra muestra apenas representa a las PyMEs entre los contribuyentes del software libre), aunque a los fabricantes, entre los que se incluyen empresas fabricantes de equipos informáticos, los dominan las compañías más grandes.

En la tabla 7 se muestra la producción real de código de nuestra muestra por tamaño y sector. No es una sorpresa que las grandes empresas (especialmente aquellas de equipos informáticos) proporcionen el mayor porcentaje de código. Este hecho se encuentra parcializado en gran medida por el código acreditado a *Sun Microsystems* (calificada como una gran empresa de equipos informáticos) y la IBM (calificada como una empresa de asesoría y suministro de software). En particular, sólo la *Sun* está acreditada con un 30% del total de contribución de código

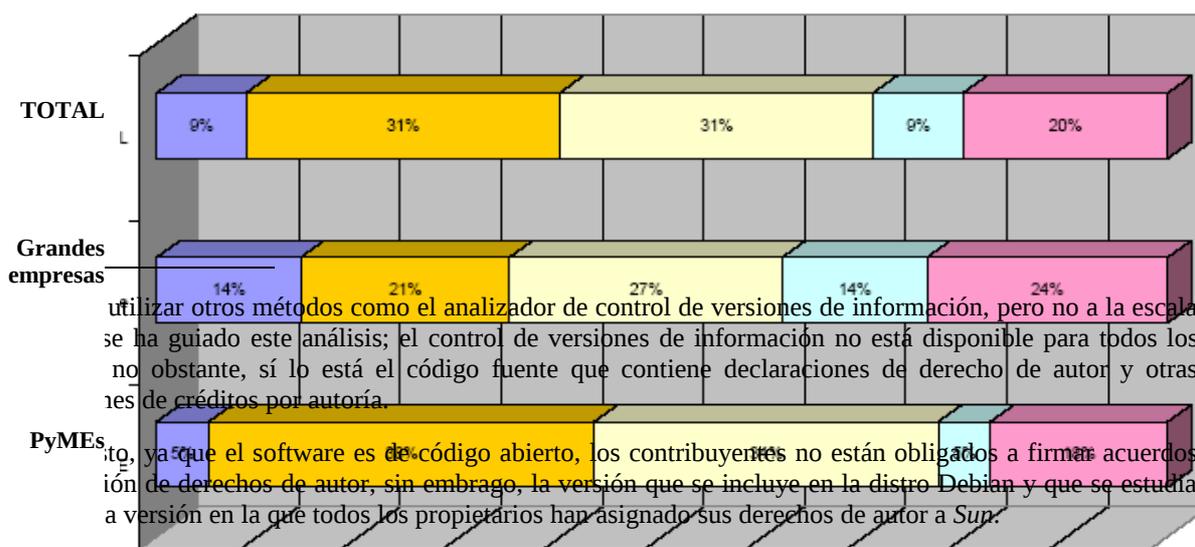
en nuestra muestra, porcentaje que profundiza uno de los errores inherentes en la técnica usada para identificar la contribución de código de la compañía, basada en los créditos por derecho de autor¹⁶. En el caso de *Sun*, la mayoría de su contribución se justifica por el *OpenOffice*, cuyos derechos de autor los tiene la *Sun*. Todo el código base del *OpenOffice* no es, de hecho, una creación exclusiva de *Sun*, sino de contribuyentes particulares y de otras empresas, grandes y pequeñas, quienes firmaron un acuerdo donde asignan a *Sun* los derechos de autor de sus contribuciones, a fin de simplificar el manejo de la licencia y responsabilidad¹⁷. Nuestros algoritmos sólo identifican el mensaje de *copyright* de *Sun*; un efecto similar desvía el crédito de líneas de código hacia las grandes empresas¹⁸.

Tabla 7: Producción de código de las empresas (líneas de código fuente) por tamaño y sector

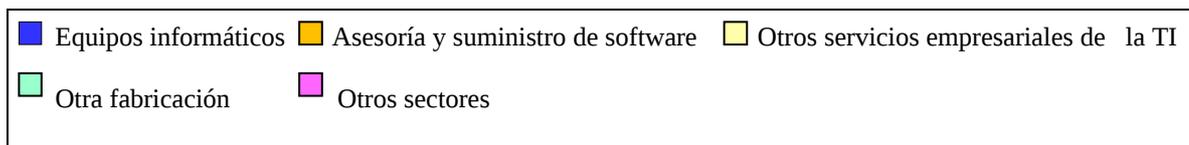
Tamaño: de acuerdo con número de empleados	Pequeña <51	Mediana 51-250	Grande >250	TOTAL
Equipos informáticos	0.11%	0.20%	34.35%	34.65%
Asesoría y suministro de software	2.77%	10.28%	25.60%	38.65%
Servicios – exclusivamente asesoría y suministro de software	1.11%	0.02%	3.35%	4.48%
Fabricación – sólo equipos informáticos	0.07%	0.03%	1.87%	1.96%
Otros	0.73%	0.65%	18.88%	20.26%
TOTAL	4.78%	11.17%	84.05%	100.00%

Copyright © MERIT

Figura 31: Empresas contribuyentes de código de software libre: porcentajes de sectores por tamaño



¹⁸ En algunos casos esta tendencia puede funcionar para las empresas más pequeñas, tales como MySQL, que también solicita a sus contribuyentes la transferencia de los derechos de autor a fin de ser clasificada como una mediana empresa.



Copyright © MERIT. Datos del sistema Debian de la URJC; datos de empresas por sector y tamaño según Amadeus y MERIT.

Como lo muestra la Figura 31, a pesar del aporte de los grandes fabricantes de hardware (mostrados como “Equipos informáticos”) es el sector de servicios el que en realidad provee la mayoría de empresas contribuyentes de software libre (aunque no la mayor parte del código aportado actualmente). Este sector aporta el 62% equitativamente dividido entre software (productos y suministros de servicios) y otros servicios empresariales (que incluyen consultas empresariales, investigaciones en ciencias naturales y técnicas y datos provenientes de otros sectores). La categoría “Otra fabricación” ofrece un pequeño porcentaje igual al 9% de equipos informáticos e incluye equipos electrónicos y fabricantes de servicios de telecomunicaciones, así como también otras industrias manufactureras, tales como fabricantes de pinturas.

Por su parte, la franja que representa la categoría “Otros sectores” y está presente en las grandes y medianas empresas que aportan código, indica un inusitado porcentaje elevado de empresas entre los contribuyentes de código de software libre en sectores aparentemente no relacionados con la producción de TI, tales como mayoristas y minoristas de libros. En efecto, el 27% de las empresas de “poca intensidad en los sectores de las TICs” como el comercio y el turismo, respondió en la encuesta del 2002 aplicada a empresas usuarias de software libre (*FLOSS User Firms Surevy*) que estaban “mediana” o “totalmente de acuerdo” en que sus empleados tuviesen libertad para trabajar en proyectos de software libre *durante las horas de trabajo*. Las razones para ello, como para las empresas incluidas en “Otras fabricaciones”, parecen estar ligadas a su rol como *usuarios* de las TICs para cuyo software es normalmente un *centro de coste* y no una fuente de beneficios ni un factor discriminatorio (ver discusión de las razones de las empresas usuarias de las TICs para contribuir con el software libre en la sección 7.7.4, “*Distribución de los*

costos de mantenimiento”). Al usar, participar y aportar código para proyectos de software libre, las empresas están en capacidad de dividir sus costos de desarrollo con otras empresas de los mismos sectores (y en otros). Para las empresas que tienen estrategias empresariales que son más dependientes de la TI, la importancia de los servicios para sus negocios (más que el software vendido como un producto) está probablemente en el hecho de guiar la contribución del software libre, y por consiguiente, la fuerte presencia del software y de otros proveedores de servicios.

7.3.1. Comparación de los contribuyentes de software libre con los promedios de la industria

La tabla 8 muestra una comparación de la distribución de las empresas de acuerdo con el tamaño, descrito anteriormente, en el que se discriminan las empresas contribuyentes de código de software libre para el sistema Debian y la distribución del promedio de la industria para cada sector. Queda claro que los contribuyentes de código de software libre de nuestra muestra se inclinan hacia las medianas y grandes empresas (más que hacia las pequeñas) para la mayoría de las categorías, excepto para la industria manufacturera donde esta inclinación se encuentra particularmente sólo hacia las grandes empresas.

Tabla 8: Contribuyentes de software libre comparados con los promedios de las industrias: distribución de acuerdo con tamaño de las empresas

		Tamaño: (número de empleados):		
		% Empresas en el sector de acuerdo con su tamaño		
		Pequeñas <51	Medianas 51-250	Grandes >250
Equipos informáticos	Empresas de la	21%	14%	64%

	industria del Software Libre	88%	9%	3%
Asesoría y suministro de software	Empresas de la industria del Software Libre	52% 96%	22% 3%	26% 1%
Servicios – exclusivamente asesoría y suministro de software	Empresas de la industria del Software Libre	52% 94%	14% 4%	34% 1%
Fabricación – sólo de equipos informáticos	Empresas de la industria del Software Libre	29% 86%	7% 11%	64% 4%
Otros	Empresas de la industria del Software Libre	38% 72%	16% 17%	47% 10%

Copyright © MERIT. Datos del sistema Debian aportados por la URJC; datos del sector y tamaño de las empresas aportados por Amadeus y MERIT.

Tabla 9: Contribuyentes de software libre comparados con la industria: promedio de ingresos anuales, en millones de euros

Tamaño: número de empleados:		Pequeñas <51	Medianas 51-250	Grandes >250	Todas
Equipos informáticos	Software libre	3	25	4308	2877
	Industria	2	10	648	214
Asesoría y suministro de software	Software libre	1	17	160	59
	Industria	1	14	163	59
Servicios – exclusivamente asesoría y suministro de software	Software libre	5	19	5108	3539
	Industria	2	13	216	77
Fabricación – sólo de equipos informáticos	Software libre	7	25	6484	3769
	Industria	5	19	964	329
Otros	Software libre	3	17	3064	1306
	Industria	2	18	437	152
Todos	Software libre	3	25	4308	2877
	Industria	2	26	682	237

Copyright © MERIT. Ingresos empresariales para el año 2004. Ingresos de las empresas de software libre europeas de los últimos años disponibles.

En la Tabla 9 se muestra el promedio de ingresos para las empresas contribuyentes de software libre comparado con los promedios de la industria de acuerdo con tamaño de la empresa y sector (es decir, las 158 empresas de la muestra comparadas con las 171.523 empresas reunidas en la muestra de tamaños y sectores). Note que la combinación del promedio de ingresos para el total de empresas (última columna a la derecha) es mucho más baja para los promedios de la industria, debido a que la “microempresas” con diez o menos empleados, suman el 58% y el 82% de todas las

empresas, excepto para el sector “Otros” donde esta cifra es del 40%.

Cabe destacar que las empresas contribuyentes de software libre casi siempre tienen un promedio de ingresos más alto que el de sus competidores. La Tabla 10 lo muestra. A diferencia de las medianas empresas de equipos informáticos, todas las otras empresas contribuyentes de software libre por tamaño y sector tienen en ocasiones ingresos por encima del promedio de la industria. Por supuesto, no existe una causa implícita en ello. Es más, dada la poca dependencia del software como factor de ingreso en la mayoría de los rubros (fabricación, servicios no relacionados con software y “otros”) y dado el hecho de que varias de estas empresas también deben producir otras formas de software (por definición, para el sector de suministro de software), sus contribuciones de software libre se deben probablemente al aumento de conocimientos en la TI. Sin embargo, para el sector de la TI las contribuciones de software libre muy probablemente forman parte de una estrategia empresarial que afecta los ingresos. Esto puede ser particularmente cierto para pequeñas empresas de servicios de software, entre las cuales los contribuyentes de software libre ven entre un 129% de aumento sobre el promedio de la industria en comparación con empresas de tamaños y sectores similares.

No obstante, el porcentaje de medianas empresas (51-250) muestra un descenso relativo al promedio de la industria, justificado por una empresa muy por debajo del promedio (ver Tabla 11). Puede que esto se deba en parte al hecho de que en nuestros datos se reflejan los ingresos europeos, afectando probablemente la manera en que se presentan las empresas contribuyentes de software libre que no son europeas. Por lo general, no aparecen las pequeñas empresas no europeas, al contrario de las grandes empresas, que tienden a aparecer con ingresos y empleados en relación con sus ingresos totales; por su parte, las medianas empresas con presencia en Europa aparecerían en nuestro conjunto de datos, pero pueden tener un ingreso y un número de empleados en Europa desproporcionadamente bajo en comparación con el promedio de la industria, el cual después de todo, considera principalmente a las medianas empresas *europeas* con presencia en el continente.

El promedio de ingresos de las empresas de servicios fuera del sector software, especialmente medianas y pequeñas empresas, sugiere que tales empresas pueden adoptar estrategias relacionadas con el software libre, contribuyendo con este y aumentando otros ingresos al mismo tiempo. En vista de que estas empresas no están en el sector software pueden tener menos oportunidad de canibalizar sus propias fuentes de ingresos de software comercial; cuando el

software representa más que un centro de coste, las estrategias de software libre parecen más atractivas (véase para mayores detalles sección 7.7, “La producción y servicios secundarios”).

Tabla 10: Promedio de ingresos: empresas de software libre sobre el promedio de la industria

Tamaño: número de empleados	Pequeña <51	Mediana 51-250	Grande >250	TOTAL
Equipos informáticos	65%	-7%	532%	1115%
Asesoría y suministro de software	129%	-40%	306%	262%
Servicios – exclusivamente asesoría y suministro de software	197%	45%	202%	177%
Fabricación – sólo equipos informáticos	209%	45%	2264%	4501%
Otros	39%	33%	573%	1045%
TOTAL	57%	-6%	601%	758%

Copyright © MERIT. Diferencia en el promedio de ingresos de las empresas de software libre para la industria, en términos de porcentajes (%) del promedio de ingresos industriales.

Tal como lo muestra la Tabla 11, las empresas contribuyentes de software libre son un poco más grandes en número de empleados que el promedio de la industria por sector y tamaño.

Tabla 11: Contribuyentes de software libre comparados con la industria: promedio de empleados

Tamaño: número de empleados:		Pequeñas <51	Medianas 51-250	Grandes >250	Total
Equipos informáticos	Software libre	15	71	1595	946
	Industria	7	101	1431	513
Asesoría y suministro de software	Software libre	15	53	759	290
	Industria	5	96	1047	383
Servicios – exclusivamente asesoría y suministro de software	Software libre	17	96	1681	556
	Industria	4	97	988	363
Fabricación – sólo de equipos informáticos	Software libre	23	103	10273	7125
	Industria	9	102	1230	447
Otros	Software libre	15	125	18988	10777
	Industria	16	83	7232	3167

Copyright © MERIT. Número de empleados en la industria para el año 2004. Empleados de las empresas de software libre, según los datos disponibles de los últimos.

Ahora, vale la pena examinar la relación de la diferencia entre nuestra muestra de empresas contribuyentes de software libre y el promedio de la industria en ingresos por empleados, de acuerdo con tamaño y sector. El hecho es que en líneas generales es positivo e indica que el aumento de los ingresos no es sólo resultado del tamaño de la empresa en promedio -para todas las

empresas y sectores, las empresas contribuyentes de software libre tienen un ingreso/empleado del 221% sobre el promedio de la industria-. Es más, esta cifra revela que el ingreso/empleado aumenta incluso para las medianas empresas contribuyentes de software libre (indicando así que los bajos ingresos por empresas de la Tabla 10 tienen que ver con las empresas más pequeñas –véase Tabla 11). Para las pequeñas empresas de software, sin embargo, los ingresos/ empleado disminuyen ligeramente, lo que indica que el aumento de sus ingresos es principalmente consecuencia del incremento de empleos.

Tabla 12: Porcentaje de ingresos por empleados: empresas de software libre/promedio de la industria

Tamaño: número de empleados	Pequeña <51	Mediana 51-250	Grande >250	TOTAL
Equipos informáticos	0%	25%	163%	182%
Asesoría y suministro de software	-9%	29%	1105%	427%
Servicios – exclusivamente asesoría y suministro de software	40%	39%	526%	211%
Fabricación – sólo equipos informáticos	18%	44%	143%	136%
Otros	82%	-20%	202%	204%
TOTAL	20%	206%	377%	221%

Copyright © MERIT. Diferencia entre el promedio de ingresos por empleados para contribuyentes de software libre a la industria, en términos de porcentajes (%) del promedio de ingresos industriales.

Debemos tener en cuenta que, por definición, todas las empresas de sectores como asesoría y suministro de software son productores de software. Todas las empresas no contribuyentes de software libre y la mayoría, si no todas, las empresas contribuyentes también deben producir software no libre. Note que estas empresas pueden no producir programas propietarios y generar ingresos por licencia, ya que el promedio de software propietario en el mercado del software en general es pequeño en términos de ingresos y empleo¹⁹. En la sección 7.7.2 se presentan los datos referentes al número de empresas de otros sectores que producen algún tipo de software (la industria del “software secundario”), estos datos incluyen el número de aquellas empresas que incorporan software libre en sus productos o en sus servicios de software.

De modo que el software libre solo no es una explicación del rendimiento de las empresas

¹⁹ El promedio de programas propietarios en el mercado de software en general es de 19% en Europa y de 16% en EE.UU. en términos de ventas, según estimaciones de la red temática europea *FISTERA* (por sus siglas en inglés) así como también por algunos organismos de estadísticas nacionales, ver Tabla 24, “La economía del software: ventas, servicios y desarrollo *in-house*” en la página 124, ver también texto asociado. Igualmente, la tasa de empleo en este mercado es baja. Ver sección 7.4.5 para los datos de empleo de desarrolladores de software libre por sectores en EE.UU.

contribuyentes del software libre, como observamos previamente, se destaca la correlación, más que identificar cualquier relación casual. Sin embargo, lo que resulta importante reconocer es que, más claramente en sectores como los productores de software, las empresas que contribuyen con el software libre funcionan mejor sobre algunas medidas de ingresos o sobre los ingresos por empleados, que aquellas empresas que solamente producen otros tipos de software.

También es importante reconocer que los contribuyentes de software libre no son participantes sin importancia en la economía. Nuestra muestra de 158 empresas contribuyentes de software libre para la cual se ubicaron datos de empleos y datos financieros, indica que las empresas que aportan código a los proyectos de software libre poseen un total de 530 mil empleados con un ingreso anual total de 231.4 millardos de euros. Si se asume que todas aquellas empresas no aceptadas eran PyMEs y, por otra parte, se extrapolan los datos para nuestra muestra, tenemos un cálculo conservador sobre el total de 986 empresas identificadas como contribuyentes de código a los proyectos de software libre disponibles públicamente en todo el mundo, lo cual sugeriría que las empresas que aportan código a los proyectos de software libre tienen en total al menos 570 mil empleados y un ingreso anual de 263 millardos de euros.

7.4. Desarrollo de habilidades y generación de empleos

El potencial que tiene el software libre como medio del amplio desarrollo de habilidades
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

relacionadas con la industria TICs denota una gran importancia, puesto que las habilidades que se adquieren de la participación en todo cuanto tiene que ver con el software libre, en términos generales, son valoradas por los patrones en el sector de las TICs, incluso cuando ellos no usan software libre y aún más importante es que no hay que pagar por la capacitación para estas habilidades. La industria de las TICs ha sido reconocida como la principal fuente de cambios en el ámbito económico y social (según la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo, OECD, por sus siglas en inglés, 2003). Actualmente, han surgido nuevas industrias (ej.: la industria electrónica), y están cambiando las habilidades que se requieren para las profesiones tradicionales (ej.: un gandolero ahora usa sistemas de posicionamiento global (GPS); asimismo, existe software integrado para realizar operaciones en fincas agropecuarias). El punto hasta el cual Europa puede participar y beneficiar la creación, la producción y la difusión de las TICs depende de un gran acuerdo con sus trabajadores del conocimiento. Gracias a las presiones de la globalización, es necesario que Europa no sólo produzca una buena oferta de trabajadores capacitados con diferentes niveles de cualificación profesional para satisfacer sus propias necesidades industriales, sino que debe también prestar atención al potencial de pérdidas debido al flujo de trabajadores altamente calificados que se van al extranjero, así como también el potencial de ganancias por aquellos que llegan del extranjero. La estrategia de Lisboa reconoce la necesidad que tiene Europa de atraer cada vez más a trabajadores extranjeros competentes (Estrategia de Lisboa, noviembre 2004).

Los puestos de trabajo en la industria de las TICs hacen uso de un amplio índice de diplomas, títulos y cualquier otra distinción otorgada por capacitación académica. El núcleo de las profesiones de la TI incluye operadores informáticos, ingenieros en computación, programadores y analistas de sistemas. Los niveles de competencias varían desde la capacitación informal pasando por la certificación universitaria de pregrado hasta el nivel de doctorado. Las personas que han completado estudios de doctorado representan sólo un pequeño segmento de la fuerza de trabajo para las TICs; no obstante, estas personas son los profesionales más indicados en términos de formación y experiencia laboral a la hora de hacer investigación; además, son los impulsores de las nuevas empresas y los más solicitados por los competidores de Europa, en particular por Estados Unidos, país que tiene éxito pues acapara doctores europeos recién graduados y mano de obra también europea para satisfacer a corto plazo las demandas industriales. De modo que el aumento de la tasa de empleos en Europa no se relaciona directamente con las nuevas empresas que usan modelos de software libre, sino también con el incremento de las competencias TICs en Europa gracias a la intervención del software libre aunado a la posibilidad de aumento de las oportunidades

de empleo a través de los nuevos modelos empresariales relacionadas con el software libre a fin de preservar las competencias en Europa (ver Sección 7.4.3, “*Preservación de las habilidades TICs en Europa*”).

7.4.1. Desarrollo de las habilidades locales

Un estudio exhaustivo de desarrolladores y usuarios, realizado en el año 2002 sobre el software libre²⁰, arrojó que la razón más importante para que los desarrolladores participaran en las comunidades de código abierto fue el aprendizaje “gratis” de nuevas habilidades. Estas habilidades tienen mucho valor, contribuyen a que los desarrolladores obtengan empleos y pueden fomentar la creación y el sostenimiento de pequeñas empresas. Las habilidades o competencias a las que hacemos referencia aquí no son aquellas que se requieren para el uso de software libre, sino aquellas que se adquieren/aprenden de la participación en las comunidades de software libre. Estas competencias incluyen la programación (naturalmente), pero también habilidades que rara vez se aprenden en los cursos formales de informática, como la ley y las licencias de derechos de autor (un tema de principal debate en muchos de los proyectos de software libre). Así mismo, se debe aprender el trabajo en equipo y el equipo de gestión, después de todo; se requiere del equipo de gestión para la coordinación, la colaboración efectiva de más de 1500 personas quienes rara vez se ven unos a otros y que representa una coordinación más intensa y mucho más delicada que la que se necesita para coordinar grupos más pequeños en una compañía de software sencilla.

La coordinación y gestión de habilidades requeridas para grandes grupos que desarrollan software libre resultan de gran importancia, precisamente porque los costos del esfuerzo de la coordinación central y la coordinación asociada se presentan escasos o limitados en relación con los modelos estándares de desarrollo de software, como se describe en el texto de la Tabla 6. De este modo, la coordinación y gestión de habilidades requieren de una amplia distribución a fin de que las personas contribuyan efectivamente (en la comunidad se ha hecho muy popular).

Algunos resultados de la encuesta de software libre (FLOSS Survey) resultan oportunos en este punto: el 78% de desarrolladores se une a la comunidad del software libre “para aprender y desarrollar nuevas habilidades”; el 67% participa en ellas para “transmitir sus conocimientos y habilidades”. Estas competencias adquiridas tienen mucho valor para los desarrolladores, el 30% de ellos participa en la comunidad del software libre para “aumentar...las oportunidades de

²⁰ Ghosh y al, 2002. Informe final del software libre, parte IV. <http://flossproject.org/report/>
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

empleo”; el 30% obtiene ingresos directamente de su participación y un 18% adicional obtiene ingresos indirectos, por ejemplo, al obtener algún empleo no relacionado con el software libre gracias a su participación previa o actual en las comunidades de desarrolladores del software libre. Un desarrollador del sistema operativo *Linux Kernel* en muchos sentido/maneras comprueba/demuestra un cierto nivel de competencias mucho mejor/más elevado que si tuviera/tuviese un título en informática del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) y por supuesto, este aprendizaje informal de habilidades beneficia a los patrones. El 36% de las organizaciones que participaron en la encuesta Usuarios del Software libre (FLOSS User Survey) está de acuerdo “total o parcialmente” en que los empleados pueden trabajar en proyectos de software libre durante su tiempo de trabajo. Este porcentaje no necesariamente está constituido por compañías de la TI; el 16% de las empresas poco relacionadas con la TI (p. ej. ventas, automóviles, turismo y construcción) estuvo “totalmente” de acuerdo con este punto.

7.4.2. Aprendizaje informal: beneficio para los jefes, sin pagar el costo

Las comunidades de software libre se manejan como instituciones de aprendizaje informal, pero los participantes/estudiantes y los instructores/profesores aportan su tiempo “gratis”, es decir, no reciben ninguna remuneración en términos monetarios por el proceso de formación. Ciertamente hay un costo social involucrado que voluntariamente sostienen los mismos participantes pero no hay una retribución directa de parte de aquellos que se benefician (como los actuales o futuros jefes e incluso, la sociedad en general). Todos pueden beneficiarse igualmente de este entrenamiento, cualquier jefe puede contratar a alguien que se haya “capacitado” informalmente a través de su participación en la comunidad de desarrolladores de software libre. Sin embargo, no todos aportan lo mismo. De la misma manera en que muchos de estos “profesores” se pudieron haber formado en la universidad o en el trabajo tras un pago por ello, esta parte de la comunidad de participantes que se ha capacitado de manera formal es la que sostiene los costos.

En un sentido más amplio, este sistema de formación en el que todas las partes de la sociedad se benefician de sus productos pero sólo algunos pagan, representa una contribución (o una transferencia de tecnología) de quienes pagan un entrenamiento formal a quienes no lo hacen (o no pueden hacerlo). Para la economía de los países, esto significa una transferencia de tecnología de parte de las grandes compañías, que a menudo pagan por una capacitación formal, a las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), que tienen menos posibilidad de costear los gastos de un

entrenamiento formal. Globalmente, esto representa una transferencia de tecnología de parte de las economías normalmente más ricas que pueden pagar por una capacitación formal, a las más pobres que no pueden pagarla.

Existen también ciertos sectores beneficiados, especialmente en las economías más pobres. Los países pobres pueden tener planes educativos en computación por medio de carreras universitarias afines a la informática, pero quizás no en otros ramos, como por ejemplo la biología. Los casos de los que se tiene conocimiento (en el caso de la biología, en India) sugieren que el uso de las plataformas de software libre puede fomentar en los estudiantes el aprendizaje informal de habilidades informáticas durante su carrera universitaria aún cuando no esté relacionada con la computación; de este modo, reforzará la comprensión de su propia carrera (lo cual redundará en mejorar los experimentos en biología a través de análisis computacionales más sofisticados). Así pues, el uso del software libre permite a estudiantes de otras carreras aprender de manera informal destrezas informáticas y habilidades de programación, además de mejorar los conocimientos en sus estudios formales.

No se debe malinterpretar el término “estudiantes” en este contexto. Con frecuencia los “estudiantes” de las comunidades de software libre son más jóvenes que los estudiantes universitarios, tal como lo muestra a continuación la Tabla 13, donde se muestra el promedio de edad de los miembros de la comunidad del software libre al momento de ingresar a dicha comunidad (datos del sondeo a desarrolladores de software libre en el año 2002).

Tabla 13: Promedio de la edad de ingreso de miembros de la comunidad de software libre (% por cada grupo etario)

Edad de ingreso	Período/año de ingreso a la comunidad de software libre										Total
	1950-1985	1986-1990	1991-1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
10 – 15 años	16,1	12,2	10,2	5,7	4,6	5,6	5,2	6,6	0,8		6,6
16 – 18 años	27,4	17,6	15,7	24,2	22,0	20,1	13,6	16,5	10,1	8,1	17,1
19 – 21 años	19,4	25,2	24,9	22,2	32,6	26,2	27,3	19,1	28,0	16,2	25,1
Total 10–21 años	62,9	55,0	50,8	52,1	59,2	51,9	46,1	42,2	38,9	24,3	48,8
22 – 25 años	11,3	24,4	25,7	26,3	22,5	26,9	25,8	30,5	28,8	32,4	26,3
26 – 30 años	21,0	12,2	12,4	13,4	14,2	12,3	17,6	18,2	17,9	27,0	15,2
Mayores de 30 años	4,8	8,4	11,0	8,2	4,1	9,0	10,6	9,1	14,4	16,2	9,7
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

N= 2402 p < 0.01; Coeficiente de contingencia: .225 Fuente: Encuesta de software libre (FLOSS Survey) (Ghost et al. 2002)

El hecho de que aumente con el tiempo el porcentaje de competidores jóvenes en la comunidad no debe sobreestimarse, puesto que esta considerable cifra se debe al hecho de que se agruparon los años más tempranos de ingreso (en las columnas) a diferencia de las cifras que vemos en las columnas que muestran los años de ingreso de manera individual desde el año 1996 en adelante. De hecho, el 41% de los miembros que estuvieron activos en la comunidad de software libre durante el año 2002 tenía entre 14 y 23 años de edad.

Tabla 14: Proyectos realizados por grupo etario

		Promedio (media) número de...
--	--	-------------------------------

		Proyectos actuales	Todos los proyectos desde el ingreso a la comunidad	Proyectos dirigidos
Jóvenes (15-25 años)	Novatos (0-3 años en la comunidad)	1,98	9,21	0,84
	Semi-experimentados (4-5 años en la comunidad)	2,36	6,63	1,63
	Experimentados (6-7 años en la comunidad)	3,00	10,13	1,26
	Expertos (más de 7 años en la comunidad)	3,73	17,64	2,12
Mediana edad (26-32 años)	Novatos (0-3 años en la comunidad)	3,08	14,53	0,61
	Semi-experimentados (4-5 años en la comunidad)	2,87	5,16	1,23
	Experimentados (6-7 años en la comunidad)	3,25	7,83	1,40
	Expertos (más de 7 años en la comunidad)	3,50	9,69	1,82
“Mayores” (33-66 años)	Novatos (0-3 años en la comunidad)	2,00	3,26	0,65
	Semi-experimentados (4-5 años en la comunidad)	2,73	5,96	0,57
	Experimentados (6-7 años en la comunidad)	2,28	6,18	1,12
	Expertos (más de 7 años en la comunidad)	3,41	10,09	1,67
Total		3,02	9,06	1,44

n= 1453 Fuente: Encuesta a desarrolladores del proyecto FLOSSPOLs (FLOSSPOLs developer software), Ghosh & Glott 2005

La encuesta del proyecto FLOSSPOLs (FLOSSPOLs Survey) del año 2005 reveló que los miembros jóvenes de la comunidad de software libre tienen las mismas oportunidades de llegar a

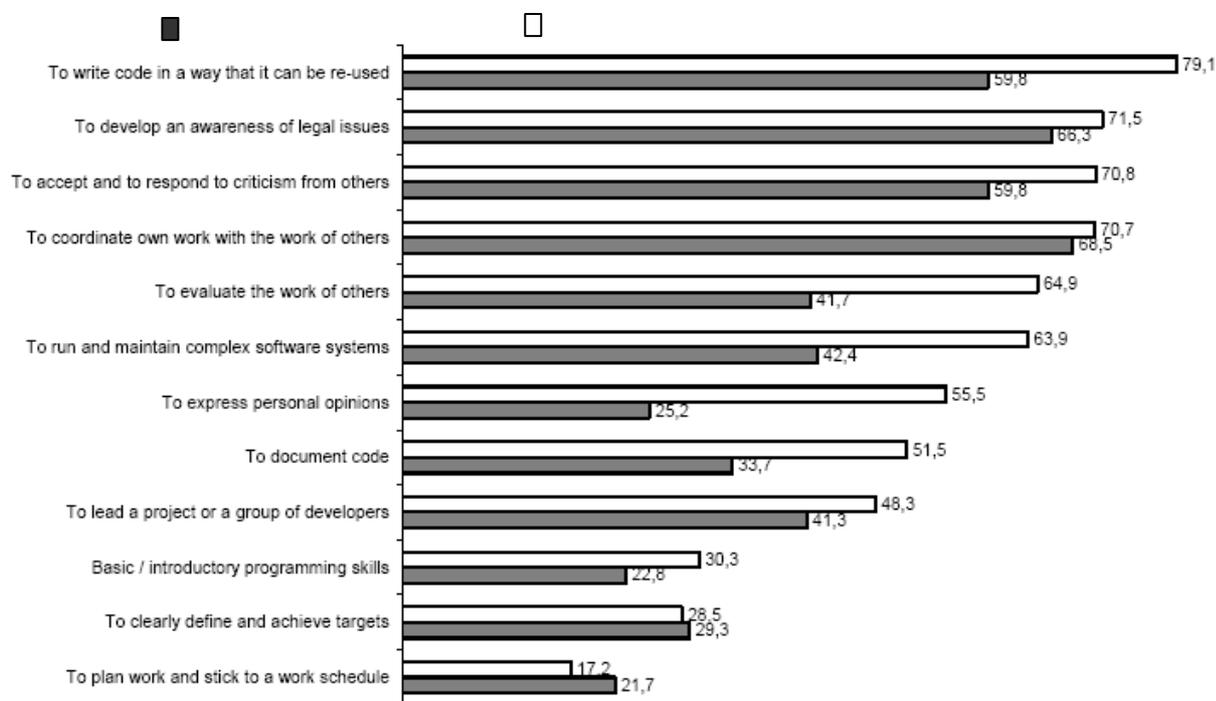
convertirse en expertos que los miembros adultos y además pueden adquirir la misma responsabilidad para desarrollar los proyectos (ver Tabla 14). Como se aprecia en la tabla, los “expertos jóvenes” (con 18 años o menos al momento de ingresar a la comunidad) muestran un grado de participación similar al de los miembros adultos y los expertos “mayores” (es decir, el número de proyectos reales que se incluyó en la encuesta FLOSSPOLS). Estos jóvenes demuestran más experiencia en los proyectos en general (es decir, en promedio ellos participaron en más proyectos que los dos grupos de mayores edades), asimismo, muestran más experiencia en el liderazgo de proyectos que los otros dos grupos etarios. El rendimiento del grupo más joven se explica en parte por las dinámicas del fenómeno del software libre en los últimos 10 años, las cuales probablemente impulsaron mayor número de oportunidades para las prácticas con software, la participación en talleres y los proyectos, etc., que las que encontraron los grupos de mayor edad al ingresar a la comunidad. Sin embargo, lo que se evidencia de estas dos tablas es que la comunidad de software libre proporciona a los jóvenes un ambiente de aprendizaje extremadamente eficiente, así como también experiencia en trabajo grupal y liderazgo, oportunidades que no les ofrecerían los cursos formales debido a su corta edad.

Además de las habilidades de programación, la participación en las comunidades de software libre permite desarrollar otras destrezas que con frecuencia no se aprenden en las clases formales de informática: la gestión y el trabajo de equipo, la comprensión de asuntos legales y habilidades lingüísticas en general. De manera interesante, en encuestas paralelas realizadas por MERIT²¹ de una amplia muestra de participantes de la comunidad y de jefes de recursos humanos de empresas de reclutamiento y selección de personal, los encuestados indicaron que ciertas habilidades se aprenden mejor luego de la interacción en la comunidad de software libre que a través de carreras formales (ver Figura 32).

Figura 32: Habilidades aprendidas en comunidades de software libre comparadas con las aprendidas en carreras formales

²¹ Encuesta de las habilidades de *FLOSSPOLS* – Ghosh y Glott, 2005, ver flosspols.org. El número de encuestados mostrado aquí difiere del reporte citado ya que para aquel se usó una sub-muestra de desarrolladores, conformada por encuestados quienes además participaron en la Encuesta a los desarrolladores de software libre del año 2002. En este estudio usamos la muestra completa de desarrolladores de *FLOSSPOLS*. Sin embargo, como lo indica la Figura 32, se *excluyen* aquellos desarrolladores sin experiencia en carreras formales.

“¿Cuál de las siguientes habilidades pueden aprenderse mejor dentro de la comunidad del software libre que en una carrera de informática?” - empresarios, desarrolladores de software libre con experiencia en estudios formales.



Empresarios (n=126)

Desarrolladores con estudios formales (n=1183)

Copyright © 2005 MERIT., Encuesta FLOSSPOLS (FLOSSPOLS Survey). Se excluyen los desarrolladores que no tienen experiencia de estudios formales.

La encuesta reveló que los desarrolladores aceptan que las habilidades que aprenden en las comunidades pueden compensar la falta de un título formal (ver Figura 33). Los empresarios creen que ciertas destrezas se aprenden *mejor* mediante los métodos de “aprender haciendo” a través de la participación en las comunidades de software libre que en estudios formales (ver Figura 32); no es de sorprender que los desarrolladores estén mucho más seguros de ello que los empresarios. Además, el 55% de los empresarios afirma que a los empleados con experiencia comprobada en desarrollo de software libre se les pagaría casi como a aquellos con un título formal y el 13% incluso sostiene que pagarían un sueldo más elevado a aquellos empleados con experiencia en desarrollo de software libre que a aquellos con un título académico formal.

Reconocemos que la mayoría de las empresas consideraron que para la mayoría de las habilidades (8 de 12), se requiere de estudios formales antes que la capacitación informal del software libre. No obstante, en sí el hecho de que la mayoría de los empresarios opinen que para

muchas destrezas la educación formal es superior al aprendizaje adquirido de la participación en la comunidad del software libre, es apenas lo que se espera; es más, se esperaría que todos los empresarios pensarán lo mismo. En realidad, la eficacia del sistema de educación formal no se cuestiona; al contrario, es el software libre el que no ha sido probado (hasta el momento) como un método eficaz de capacitación. La *minoría significativa* de empresarios que consideran superiores las destrezas que se adquieren de la interacción con el software libre es la mayor evidencia que disponemos para valorar al software libre como un método de formación.

De igual modo, el porcentaje absoluto de habilidades que se reportan como mejor aprendidas en las carreras formales, es insignificante. Mientras la mayoría de los empresarios estiman que es menor el número de habilidades que se aprenden mejor en las comunidades de software libre, el *nivel* de dichas destrezas es relativamente alto. Estas son habilidades complejas de tipo técnico, legal y de gestión, como por ejemplo escribir código reusable, la comprensión de licencias y coordinación del trabajo con otras personas. A diferencia de ello, los niveles de competencias que la mayoría de los empresarios considera que requieren más de un aprendizaje formal, son habilidades relativamente básicas, es decir, destrezas técnicas y de gestión, como por ejemplo, programación básica, planificación y trabajo sometidos a un plan específico, definición y logro de objetivos.

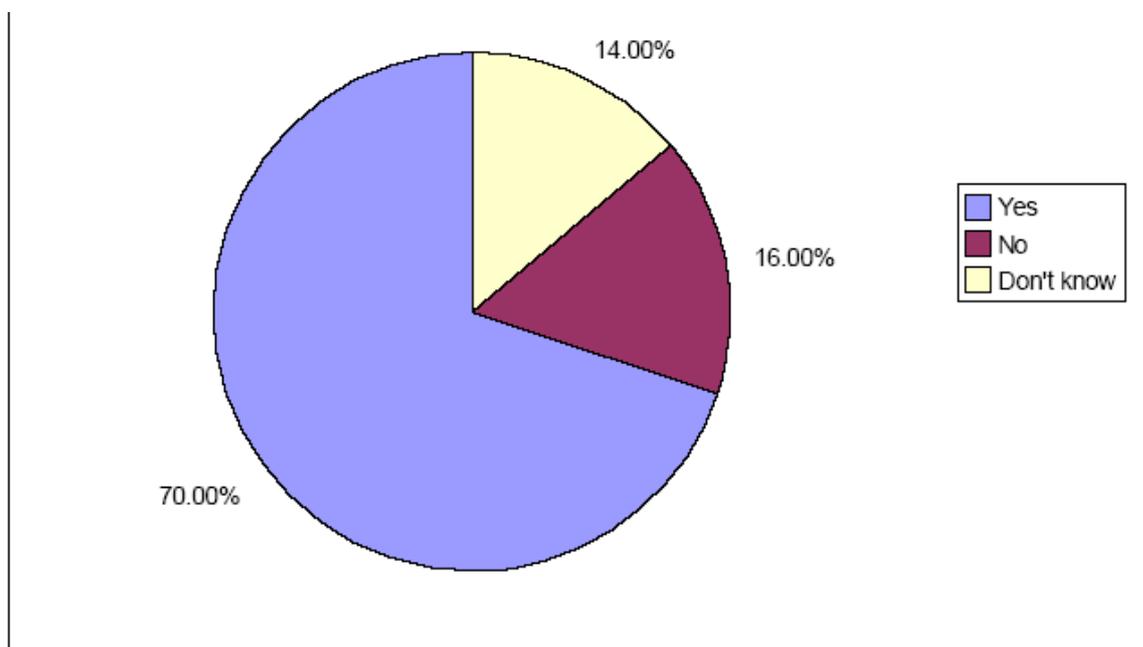
Estas competencias se adquieren a través de la participación en las comunidades de software libre y a través de la investigación, al hacer pequeños ajustes y distribuir el software, lo cual es posible debido a las licencias de software libre. Sin embargo, se debe enfatizar que una vez que se adquieren estas habilidades, no serán exclusivas al software libre, pues son valiosas competencias técnicas, de gestión, etc., útiles dentro de las profesiones del sector TICs en general, incluyendo el desarrollo de software comercial o propietario. Es más, como lo muestra la Figura 52, la mitad de desarrolladores de software libre también desarrollan software propietario; aunque este promedio puede llegar a disminuir ya que desde el año 2002, cuando se analizaron los resultados de esta encuesta, se han generado nuevas oportunidades de empleo en desarrollo del software libre.

Además, no hubo una diferencia significativa entre la respuesta de los empresarios que no son usuarios del software libre (quienes asimismo están seguros de necesitar otras formas de software entre ellas software propietario) y los empresarios usuarios de software libre (quienes pueden exigir a su fuerza de trabajo cierta experiencia específica en software libre) cuando se trató

del valor de la experiencia en software libre versus un título formal a la hora de contratar personal. Una mayoría de ambos grupos de empresas (el 54%) afirmó que pagarían el mismo sueldo a aquellas personas con experiencia en software libre pero sin un título académico formal que a aquellas que sí tuvieran el título pero sin experiencia²².

Figura 33: Habilidades aprendidas a través del software libre compensadas con la falta de título

¿Cree Ud. que la participación comprobada en la comunidad de software libre puede compensar la falta de un título académico formal, como certificados o títulos universitarios?



Copyright © 2005 MERIT. Fuente: Encuesta a desarrolladores FLOSSPOLS (FLOSSPOLS developer survey) (resultados preliminares)

Por último, el 85% de los empresarios que usan algún software libre y quienes por lo tanto; tienen (mayor) probabilidad de estar conscientes de cómo trabajar en su comunidad desarrolladores (n=15), opinan que la experiencia en software libre agrega valor a la experiencia en la informática formal, mientras que sólo el 6% opinan que no se agrega tal valor (el 9% respondió “no sé”).

Es evidente que este efecto de desarrollo de habilidades está estrechamente vinculado con la

²² Se podría afirmar que si las empresas dan más valor a la experiencia que a los estudios formales, esto debería aplicarse también a la gente con experiencia en desarrollo de software propietario que no tengan un título formal; quizás, sin embargo nos lleva a preguntarnos cómo adquieren experiencia las personas que desarrollan software propietario para empezar. Estas personas necesitan ser contratadas por una empresa, primero donde puedan adquirir experiencia en software libre a costa de la empresa (o empezando ellas mismas); ya que como se demostró con el análisis de cohorte, la gente gana experiencia a un nivel y en una escala (y a una edad) que es apenas posible a través de otros medios.

generación de empleos; además, este efecto se intensifica a través de un soporte público del sector del software de código abierto. Por ejemplo, la distribución de software libre adoptada por la Comunidad Autónoma de Extremadura, en España, que por medio de su apoyo al proyecto *LinEX* (una versión en español del entorno operativo GNU/Linux) ha liderado una regeneración económica en una región relativamente pobre de los EE.UU. Esto no sólo ha permitido la implementación de actividades en el ámbito educativo y de capacitación a precios más bajos, lo cual simplemente no sería posible con software propietario, sino que también ha guiado el desarrollo de una cantidad de pequeñas empresas al proveerles soporte comercial, puesto que con código abierto no hay necesidad de dirigirse a los vendedores para obtener apoyo. Acercarse a los empresarios locales es algo totalmente factible (el impacto económico de estas políticas en la provincia de Extremadura estuvo sujeto a un estudio dirigido por MERIT para el gobierno regional, cuyos resultados se resumen brevemente en la sección 7.5.4).

Esta evidencia sobre las habilidades conduce en forma directa a posibles medidas políticas, específicamente en relación con el uso del software libre en ámbitos educativos. Por ejemplo, al diseñar entornos educativos a través de plataformas abiertas de manera que los estudiantes encuentren suficiente libertad para participar en procesos de aprendizaje organizados por ellos mismos, pudiera ser una medida importante para incrementar el efecto positivo global de estas habilidades. Ello requeriría de restricciones fáciles del riguroso currículum y del hallazgo de soluciones para probar y evaluar los procesos de aprendizaje de los estudiantes que no han sido organizados por una institución, sino en el contexto de la educación formal (en el sentido de educación que lleva a un título académico formal). Otra medida útil sería aumentar la capacidad de aceptación de aquellas destrezas aprendidas de manera informal en sectores de la economía no familiares a los entornos de aprendizajes informales. Las medidas para el control de los procesos de aprendizaje también parecen ser un factor crucial al respecto. Finalmente, es probable que la simple inclusión de las herramientas de software libre y los ambientes de desarrollo lleven a la participación dentro de la comunidad del software libre, especialmente en un entorno educativo, lo que agrega valor a las habilidades que aprenden los estudiantes, valor que luego reconocen los empresarios.

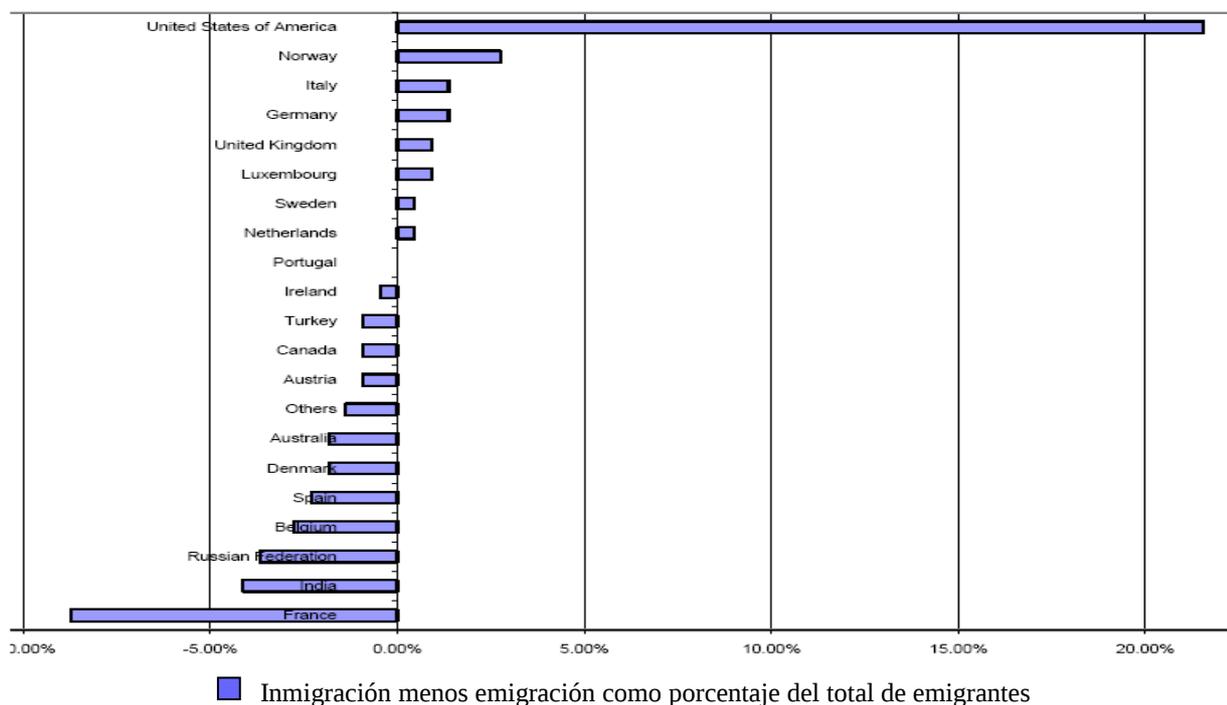
En otra publicación se tiene que a mayor conocimiento de los métodos de software libre, mayor es la probabilidad de que un número importante de empresarios entienda que la demostración de experiencia en software libre es justamente una prueba de habilidades, sin importar el hecho de

que empleen o no el software libre.

7.4.3. Preservación de las habilidades TICs en Europa

El desarrollo de habilidades es un aspecto extremadamente importante para el aumento y la retención de la mano de obra y para el empleo cualificado en Europa. Varios estudios han mostrado que la Unión Europea es un exportador neto de personal altamente calificado, especialmente a países como los Estados Unidos. Ciertas cifras de la encuesta a desarrolladores de software libre (FLOSS survey of developers) muestran que mientras Europa cuenta con la mayor parte de desarrolladores de software libre, poco menos del 10% del total de estos desarrolladores no viven en su país de origen. Es por ello que EE.UU. tiene la mayor proporción entre los porcentajes de emigración e inmigración; es decir, sólo el 5% de desarrolladores independientes dejan EE.UU., mientras que el 26% de estos se trasladan a ese país. En la Figura 34 se muestran los principales países que dan cuenta de la movilidad internacional entre los desarrolladores de software libre.

Figura 34: Emigración vs inmigración de desarrolladores independientes de software libre



Copyright © 2005 MERIT. Fuente: Encuesta a desarrolladores de software libre

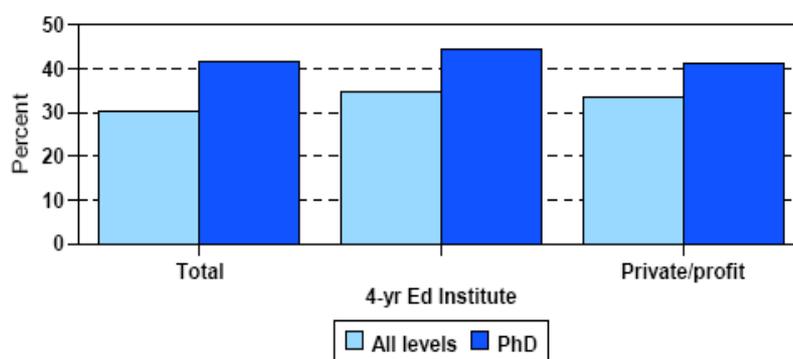
En términos de habilidades TICs y empleos en general, estudios previos y datos aportados por MERIT²³ revelan que EE.UU. depende de los títulos extranjeros en todos los niveles. En el año

²³ Hansen, Wendy, 2004. *The Brain-Drain- Emigration Flows for Qualified Scientists*. MERIT. Preparado por la © 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

1999, más de 17.000 personas de los primeros 15 países de la Unión Europea que fueron contratadas en EE.UU. en el área de investigación y desarrollo, obtuvieron su título fuera de EE.UU. Aunque no sabemos de qué país provenían estos investigadores, tenemos la certeza de que nacieron en 15 países de la Unión Europea y, una vez graduados, se fueron a los EE.UU.²⁴.

Figura 35: Dependencia de los Estados Unidos al personal capacitado proveniente de la Unión Europea para el área de investigación y desarrollo

Porcentaje de títulos en ciencia e ingeniería obtenidos en instituciones extranjeras por investigadores europeos en EE.UU. en el área de investigación y desarrollo. Datos por sector, para el año 1999



Fuente: MERIT basada en los datos SRS

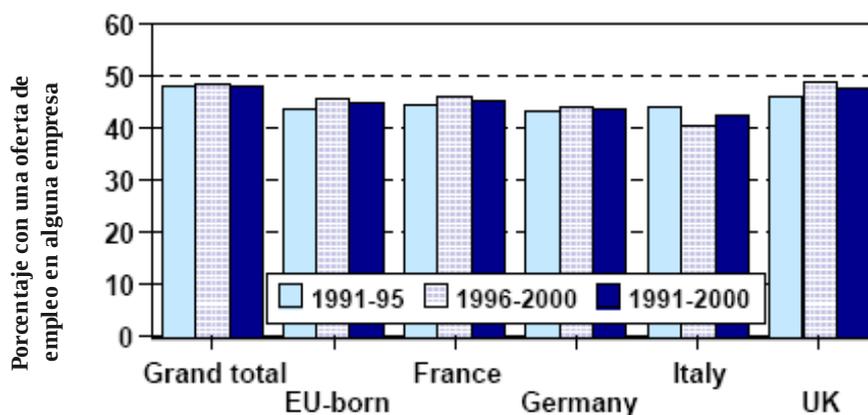
Aparte del flujo masivo de personas altamente calificadas en ciencia e ingeniería desde la Unión Europea a EE.UU., existe otra dimensión importante para esta pérdida de trabajadores científicos y técnicos recién graduados que se marchan a EE.UU. La Figura 36 muestra el índice de profesionales europeos graduados en programas de doctorado, quienes al ser encuestados indicaron que tenían planes de seguir en EE.UU. mientras que tuviesen una oferta de trabajo estable en ese país. Durante la década entre 1991 y 2001 casi la mitad de los profesionales europeos recién graduados que se encontraban en EE.UU., manifestaron sus planes de permanecer en ese país y más del 45% afirmó que no regresaría a Europa (el 47% nacido en el Reino Unido). Esta es una prueba convincente de cómo EE.UU. continúa dependiendo del talento extranjero y de cómo la Unión Europea sigue perdiendo personas talentosas.

Comisión Europea de la Dirección General de Investigación. Disponible en <http://www.merit.unimaas.nl/braindrain/>

²⁴ Esta cifra probablemente sea poco representativa ya que la base de datos que sirvió de referencia es actualizada cada diez años; de modo que la cifra para el año 1999 no incluía a los trabajadores europeos que ingresaron a formar parte de la mano de obra en ciencia e ingeniería (S&E, por sus siglas en inglés) en la década anterior.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Figura 36: Promedio de profesionales europeos graduados en los Estados Unidos con firmes planes de permanecer en ese país

Porcentaje de graduados con planes de permanecer en EE.UU. con una oferta de empleo en alguna empresa años 1991-1995, 1996-2000, 1991-2000

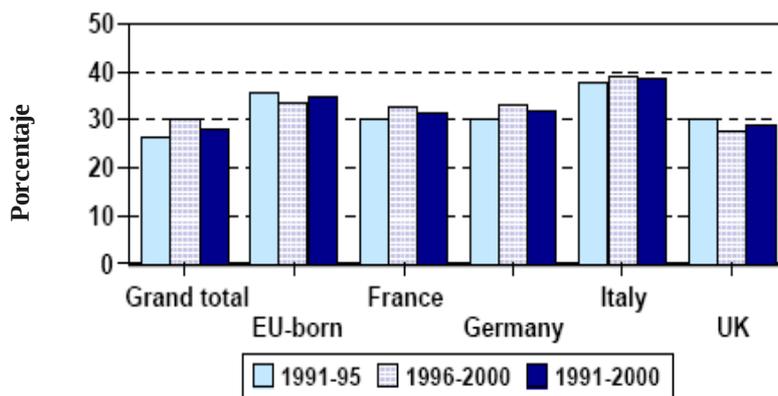


Fuente: MERIT basada en los datos de SRS

A los profesionales se les preguntó sobre el tipo de actividades laborales que planean ejercer. En el gráfico siguiente se presenta el promedio de los cuales tienen intenciones de realizar actividades de investigación y desarrollo.

Figura 37: Promedio de profesionales europeos graduados en los Estados Unidos que planean permanecer en ese país en el área de investigación y desarrollo

Promedio de personas que planean permanecer en EE.UU. en el área de investigación y desarrollo, años 1991-1995, 1996-2000, 1991-2000



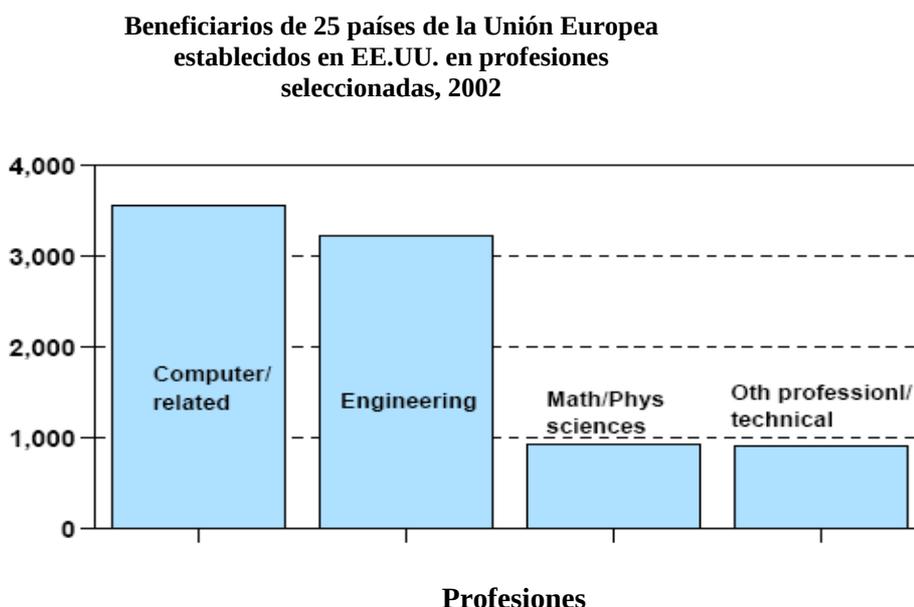
Fuente: MERIT basada en los datos de SRS.

Aunque a los profesionales se les preguntó por sus “intenciones” y quizás no todos terminen

realizando el trabajo que indicaron, los datos proporcionan una fuerte tendencia para los retos que enfrenta Europa no sólo en términos de captación de nuevo talento del extranjero, sino del regreso de estos profesionales a Europa una vez que se gradúan en EE.UU.

Esto demuestra cómo los Estados Unidos están preparando trabajadores capacitados para los campos de la ciencia y la técnica en ingeniería e informática. No obstante, EE.UU. ha tenido éxito al atraer del extranjero a trabajadores cualificados a fin de satisfacer la demanda industrial a corto plazo, en particular en los “sectores más dinámicos” donde la producción de estos trabajadores cualificados puede retrasar la demanda. El caso curioso fue la habilidad de EE.UU. para la rápida captación de profesionales en el sector de las Tecnologías de la Información y el éxito que ha tenido al hacerlo. Otros países trataron de hacer lo mismo; por ejemplo, en Alemania se implementó un permiso de residencia similar a la *Green Card* (visa de trabajo estadounidense) a fin de satisfacer la creciente necesidad de mano de obra; sin embargo, la capacidad que tiene los Estados Unidos para capitalizar en el mundo entero los suministros de profesionales en TICs así como también profesionales científicos y técnicos parece no tener comparación. En la Figura 38 se muestra que sólo en el año 2002, EE.UU. atrajo más de 3.500 trabajadores cualificados provenientes de 25 países de la Unión Europea para cubrir sus necesidades en computación y profesiones afines.

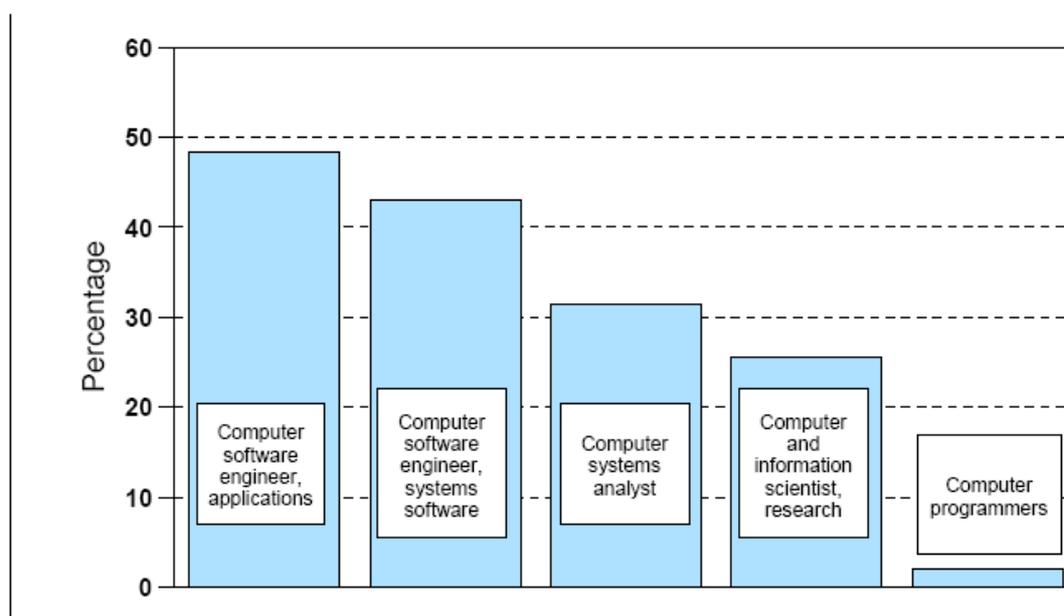
Figura 38: Estados Unidos atrae a 3.500 empleados del sector de la computación provenientes de la Unión Europea en el año 2002



Fuente: MERIT, basada en los datos del Servicio de Ciudadanía e Inmigración de EE.UU. (USCIS, por sus siglas en inglés).

No cabe duda de que los Estados Unidos continuarán ejerciendo presión en el suministro global de trabajadores calificados en carreras relacionadas con la computación y las matemáticas, profesiones que incluyen a informáticos, ingenieros de software (aplicaciones), ingenieros de software (sistemas), programadores y analistas de sistemas. De acuerdo con las proyecciones del crecimiento del empleo según las profesiones, realizadas por el Departamento de Estadísticas Laborales de EE.UU. (Figura 39), las profesiones vinculadas a la ingeniería de software en aplicaciones y sistemas de software se sitúan entre las diez primeras.²⁵

Figura 39: Variación en el total de empleo de desarrolladores de software, para los años 2004-2014, en los Estados Unidos



Fuente: MERIT basada en el Departamento de Estadísticas Laborales de EE.UU.

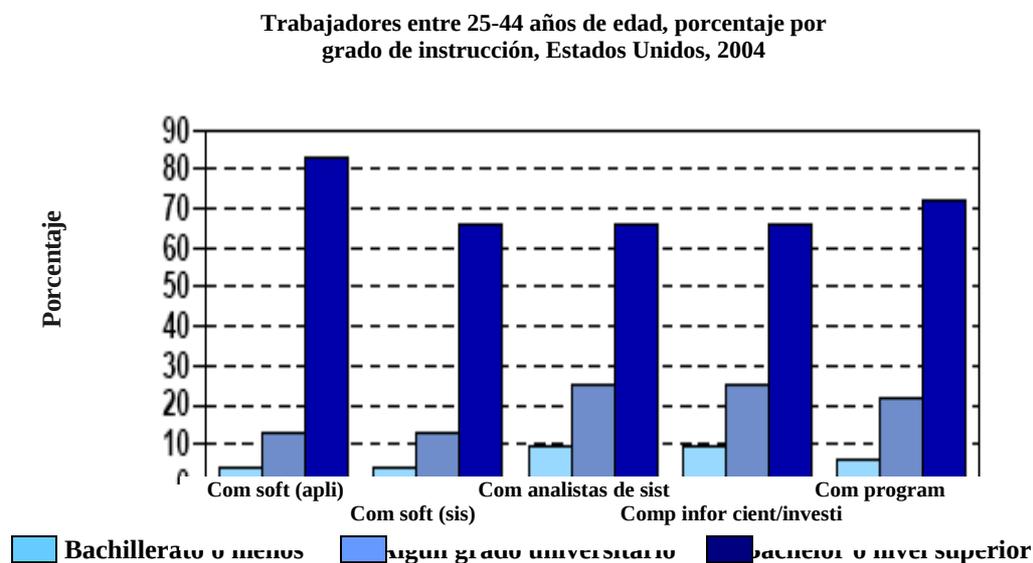
Los puestos de trabajo para ingenieros de software (aplicaciones) prevén un cambio de 460.000 a 682.000 empleos o un aumento del 48,4%; así mismo, en cuanto a los cargos en ingeniería de software (sistemas) se presentan proyecciones de empleo que muestran un crecimiento de 340.000 a 486.000 empleos, equivalente a un incremento del 43,3%.

Todas las profesiones salvo las relacionadas con la computación y con la informática (investigación) muestran un título de *Bachelor* (N. de la T.: cuatro años de estudios universitarios) o el equivalente de Técnico Superior Universitario (TSU) como nivel de formación. Esto quiere decir que en el año 2004 no todos los trabajadores en estas áreas tenían un título universitario. En la

²⁵ Fuente: *Perspectivas del empleo: para los años 2004-2014, Proyecciones de empleo para el año 2014, Monthly Labor Review, noviembre 2005, Departamento de Estadísticas Laborales de EE.UU.*
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Figura 40 se muestra el nivel de instrucción de los trabajadores relacionados con el desarrollo del software.

Figura 40: Cambio en el número empleos relacionados con el desarrollo del software por niveles de cualificación para los años 2004-2014 en los Estados Unidos



Fuente: MERIT basada en datos del Departamento de Estadísticas Laborales de EE.UU.

Existen también indicadores disponibles en la fuente de capacitación de los trabajadores del sector de las TICs, lo cual tiene una relevancia particular para la comunidad del software libre.

También hay información de autoempleo por parte de trabajadores calificados en las profesiones TICs. El porcentaje más alto fue reportado por empleados en computación e informática (investigación) con un 51% de independientes para el año 2004, seguido por los analistas de sistemas con un 5,0% de autónomos. El promedio más bajo de trabajo autónomo reportado fue el de ingenieros de software (aplicaciones) con un 2,4%.

De los más de 460.000 ingenieros de software (aplicaciones) en los Estados Unidos para el año 2004, cerca de una tercera parte fueron contratados para servicios relacionados con el diseño de sistemas de computación. Los otros principales empleadores fueron los editores de software, gestión de empresas, servicios de manejo y asesoría técnica y compañías de seguros. Para los cerca de 340.000 ingenieros de software (software de sistemas) fue el mismo caso, la mayoría estuvo trabajando para servicios relacionados con el diseño de sistemas de computación o para editores de software.

Los niveles salariales no guardaron relación con la intensidad del empleo. La Tabla 15 muestra una matriz de empleo de los ingenieros de software. El salario promedio anual está determinado sobre la base de la clasificación de la industria de acuerdo con los niveles más altos de empleo y con la clasificación de la industria por los niveles más altos de salarios²⁶.

Tabla 15: Perfil salarial de ingenieros de software en los Estados Unidos para el año 2004

Ingenieros de software – Sistemas de software			
Clasificación industrial: por los niveles más altos de empleo	Salario promedio anual	Clasificación de la industria: por salarios más elevados	salario promedio anual
1. Servicios relacionados con el diseño de sistemas de computación	\$84,630	1. Investigación científica y áreas de desarrollo	\$97,240
2. Editores de software	\$87,820	2. Fabricación de computadores y equipos periféricos	\$92,030
3. Investigación científica y áreas de desarrollo	\$97,240	3. Comerciantes mayoristas de productos farmacéuticos	\$91,900
4. Fabricación de computadores y equipos periféricos	\$92,030	4. Fabricación y reproducción de soporte magnético	\$91,810
5. Procesamiento de datos y servicios relacionados	\$76,950	5. Servicios de diseño especializado	\$91,700
Ingenieros de software – Aplicaciones			
1. Servicios relacionados con el diseño de sistemas de computación	\$79,790	1. Fabricación de computadores y equipos periféricos	
2. Editores de software	\$83,390	2. Seguros de contratos y productos básicos	\$90,950
3. Gestión de empresas	\$76,210	3. Intercambios de valores y productos básicos	\$89,780
4. Servicios de manejo y asesoría técnica	\$81,950	4. Otras actividades de inversión financiera	\$89,100
5. Compañías de seguros	\$73,330	5. Arrendadores de activos intangibles no financieros	\$88,670

Fuente: MERIT, basada en datos extraídos del Departamento de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos, www.BLS.gov. Septiembre, 2006.

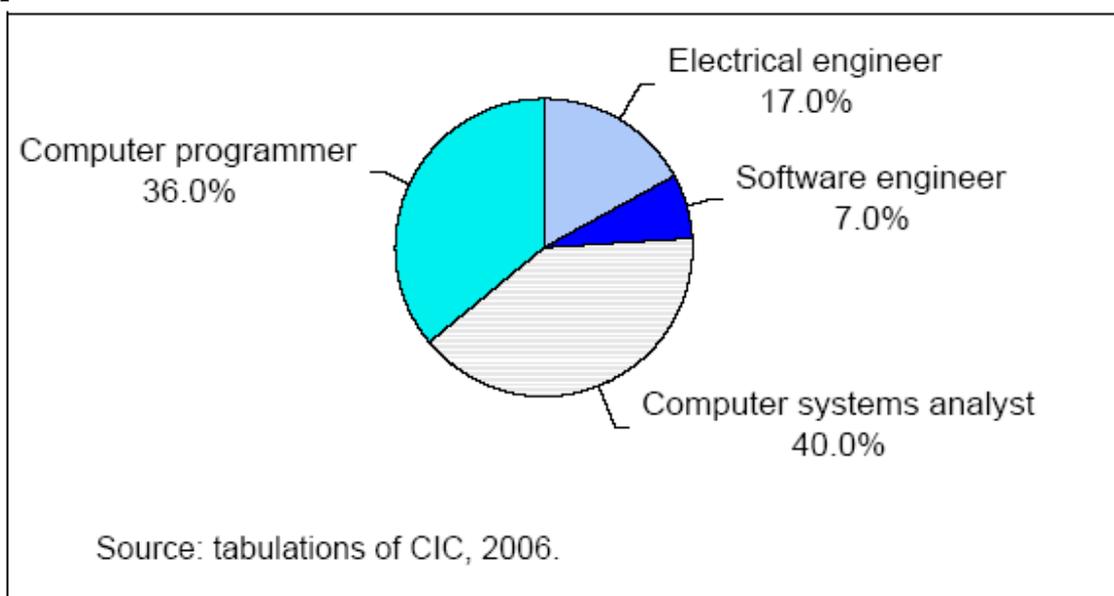
Estados Unidos no es el único país en atraer talento desde Europa: Canadá también depende de los trabajadores europeos para satisfacer sus necesidades a corto plazo en ciertos sectores claves, aunque a una escala mucho menor que EE.UU. La Figura 41 muestra la contribución de trabajadores cualificados en oficios de las TICs que Europa le proporciona a Canadá a fin de cubrir sus necesidades a corto plazo. En tres años, por ejemplo, 15 países de la Unión Europea

²⁶ Fuente de los datos: tabulación descargada del Departamento de Estadísticas Laborales de EE.UU., www.bls.gov, septiembre 2006.

suministraron más de 1.000 analistas de sistemas.

Desde el año 2000 al año 2002, más de 3.500 personas capacitadas en TICs provenientes de 25 países de la Unión Europea llegaron a Canadá para quedarse, de las cuales el 40% eran analistas de sistemas y el 36% eran programadores.

Figura 41: Porcentaje de personas capacitadas en TICs provenientes de 25 países de la UE a quienes se les concedió la condición de residentes en Canadá, durante los años 2000 a 2002



Fuente: Cuadros del Departamento de Ciudadanía e inmigración de Canadá (CIC, por sus siglas en inglés), 2006.

7.4.3.1. Competencias y empleo

Un análisis sobre empleos del ITEC²⁷ reveló que entre los ingenieros de software ubicados en el Reino Unido, el 57% son hombres mientras que el 71% son mujeres. De este grupo, resultó menor la cantidad de hombres graduados en una especialización relacionada con ITEC en relación con las mujeres. Fue evidente que entre los programadores/analistas profesionales especialistas se ubicó la mayor variación de especializaciones. Entre los ingenieros de software con postgrados, al menos dos de cinco eran especialistas en matemáticas e informática, uno de cinco en ingeniería y uno de diez en ciencias físicas. Los resultados de esta investigación, realizada en el Reino Unido, sugieren que se requiere de una extensión en los niveles de habilidades y especializaciones a fin de cubrir las demandas de las profesiones TICs.

²⁷ ITEC incluye carreras en computación, ingeniería de software e ingeniería electrónica y eléctrica.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Entre los encuestados de la encuesta a desarrolladores de software libre (FLOSS survey of developers), alrededor del 50% indicó tener un título universitario. Los resultados tanto de la investigación del Reino Unido sobre profesiones TICs, como de la encuesta a desarrolladores del software libre sugieren una extensión en los niveles de habilidades y especializaciones que se requieren para desempeñar estas profesiones. La naturaleza de las TICs revela que Europa tiene que garantizar un suministro adecuado de trabajadores calificados con varios niveles de experiencia y campos de especialización para cubrir estos puestos de trabajo.

7.4.4. Software libre: ¿retener las habilidades en Europa?

En una encuesta²⁸ realizada en el año 2003, se les pidió a las empresas canadienses identificar indicadores para la adopción de software libre. Los principales elementos fueron la reducción de costos con un 23%, la independencia de proveedores con un 21%, asimismo, las habilidades con el 11% (como se señala en otro punto de este informe, en los resultados varias encuestas, los costos y los proveedores independientes han sido citados por los usuarios como razones de peso para la adopción de software libre, incluyendo la encuesta a usuarios de organizaciones del año 2002 (FLOSS 2002 survey of user organisation) y la encuesta del proyecto FLOSSPOLs (FLOSSPOLs survey) realizada por organizaciones gubernamentales en Europa). Entre las empresas canadienses encuestadas, el promedio de años es de cuatro con un promedio a de catorce empleados (se excluyen de acá a la IBM Canadá y al Grupo CGI). Canadá es una economía de PyMEs por lo que los ahorros en los costos son muy importantes para su supervivencia. El informe canadiense asegura que mientras las empresas inicialmente pueden adoptar el software libre con el propósito de ahorrar dinero, pronto se hacen evidentes otros beneficios, como se describe con más detalle en la sección 7.5.2, “Caso de negocio para las PyMEs que apoyan el software libre”. En particular, también existe una dimensión de recursos humanos. El software libre puede ser visto como una transformación de las tendencias pasadas de contratación externa de talento calificado en TI al regreso de la confianza en el talento local en TICs. Así pues, la adopción de software libre representa de varias maneras un avance de las tendencias pasadas de la externalización de personal capacitado en TI, al retorno de una mayor participación de los usuarios, la responsabilidad en innovación TICs, el desarrollo y el despliegue. Al igual que Canadá, Europa depende de las

²⁸ *Oportunidades para las empresas de software libre en el sector canadiense de las TICs, Un estudio colaborativo de investigación*, de la e-Cology Corporation, septiembre 2004, estudio llevado a cabo por el gobierno canadiense.

PyMEs para el desarrollo y crecimiento del empleo. Tal vez cambiando la manera en que las empresas y sus empleados trabajan, cambiaría el modo en que se están haciendo las cosas (como por ejemplo la tercerización).

Debido a que, por una parte, el software libre es adoptado por las pequeñas empresas a fin de ahorrar dinero y a que, por otra parte, se requieren trabajadores calificados en TIC para desarrollo de software libre, se puede argumentar que las PyMEs (europeas) de software libre en Europa contribuirán con el empleo local y con la retención de trabajadores cualificados en Europa a través del aumento de la demanda de su mano de obra cualificada. Como se muestra en la sección 7.4.1., existe evidencia que indica que una parte importante de la formación profesional en software libre puede resultar de la participación dentro de la comunidad del software libre y, de hecho, esto podría explicar la disposición de las empresas para permitir a sus empleados participar en las comunidades de software libre durante sus horas de trabajo. En vista de que el aumento de habilidades para desarrollar software libre es una característica de su uso, pues proporciona un camino para el desarrollo de habilidades de usuario a usuario avanzado y finalmente a desarrollador, el aumento en el uso del software libre por parte de las PyMEs y su consiguiente necesidad de habilidades puede ser autorreforzante. Hay otro punto que requiere de una investigación más detallada; sin embargo, sugiere un potencial considerable para el software libre: debido a que las grandes empresas *offshore*ⁱⁱⁱ buscan ahorrar en costos y acceder a trabajadores calificados en TICs, ¿no existe un escenario en el que las PyMEs puedan afectar el ahorro de costes de otra manera, con software libre, y así poder permitirse y emplear a trabajadores locales calificados en TICs?

Sabemos que los gobiernos están adoptando software libre y que son impulsores del desarrollo del software libre. La demanda de productos y servicios por parte del sector público, puede generar más empleos y crear otros nuevos. La sección 7.5.3 indica que el software libre permite a las empresas mantener en el ámbito local un promedio más alto de valor agregado que el software propietario (excepto por las pocas empresas que en sí mismas son proveedores líderes de software propietario y todas las regiones que albergan este tipo de empresas). Como consecuencia, el software libre podría permitir a las empresas locales, particularmente a las PyMEs por una parte, ahorrar costos a través de la adopción de software libre en lugar de la tercerización (lo que resulta más costoso para las PyMEs que para las grandes empresas) y mantener un promedio más alto de valor agregado local; por tanto, conservar un promedio superior de empleo calificado en TI en el ámbito local. Esta demanda de habilidades puede ser cubierta, al menos parcialmente, mediante la

capacitación informal adquirida a través del uso del software libre y la posibilidad de participar de manera activa en la comunidad de desarrolladores del software libre.

Además, a medida que más compañías de software libre respondan a necesidades regionales y nacionales en materia de servicios y seguridad, el potencial regional y nacional para el desarrollo de puestos de empleo se incrementará tanto como se podría esperar que la deslocalización de investigación y desarrollo en TICs disminuyera (en términos relativos). De este modo podría ser útil explorar los escenarios de políticas de empleo basados en las proyecciones de adopción de software libre de los sectores público y privado.

En términos de crecimiento del empleo y retención en Europa de trabajadores calificados en TICs, existe otra consideración de empleo, la influencia indirecta del software libre en el empleo. La adquisición de software por parte de los gobiernos en el ámbito mundial ascendió a \$17 millones en el año 2003; además, se esperaba un aumento del 9% anual hasta el año 2007²⁹. Mientras la adquisición de software por parte del gobierno puede ser relativamente pequeña (aunque importante) debido al gran promedio de ingresos de proveedores de software propietario³⁰, un aspecto importante es que como los gobiernos e instituciones públicas (por ejemplo, de salud y educación) adoptan software, se favorece la adopción por parte de las empresas y de la ciudadanía. La demanda de software libre y de habilidades TICs serán impulsadas por la necesidad de cumplimiento (por ejemplo, los servicios electrónicos del gobierno) y el ejemplo dado por los usuarios de gobierno, que en general se precia de ser conservador. Sin embargo, esta demanda también será impulsada por las necesidades y la curiosidad del público en general, pues ellos tienen la oportunidad de interactuar con el software libre en las prácticas cotidianas. En efecto, esto mueve al software libre en la corriente dominante de los negocios y de la vida social, el siguiente componente lógico del gobierno electrónico y de la sociedad electrónica.

Uno de los principales retos de la retención en Europa de profesionales calificados en TICs es la demanda de talento en TICs.

²⁹ *Open Source Software, Microsoft at the power point*, publicado en *The Economist*, 11 de septiembre del año 2003.

³⁰ Según un cálculo hecho por el Dr. Tech Kari Tilli, Director de las industrias de telecomunicaciones y electrónica de Tekes (Agencia Tecnológica Nacional), publicado en marzo del año 2006 por la Comisión Europea, el sector público representa el 20% del mercado TICs en la UE – ver http://europa.eu.int/information_society/research/viena_process/vienna_documents/k_tilli.pdf

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Un estudio realizado en el año 2003 sobre los factores que motivan a científicos e ingenieros europeos para irse al extranjero identificó entre los factores más importantes a las oportunidades de empleo, el ascenso profesional, los mecanismos de financiamiento y establecimiento de redes, seguidos del salario, mucho más abajo en la clasificación. Si la salida de Europa de trabajadores TICs no tiene que ver con dinero sino con la posibilidad de cambiar la forma de trabajar y con la posibilidad de trabajar con tecnologías y redes de vanguardia, entonces el software libre bien podría ser la respuesta para reducir el flujo de trabajadores TICs europeos. Una vez más, la evidencia empírica no es suficiente para demostrar el efecto de este flujo; no obstante, resulta suficiente para sugerir, por una parte, la fuerte posibilidad de un efecto de este tipo y, por otra parte, la necesidad de un estudio adicional sobre el efecto del software libre y la movilidad internacional de personas europeas calificadas en TICs.

7.4.5. Software libre y empleo

Tal como se explica en las secciones anteriores, existe una base sólida para el argumento que sostiene que el software libre proporciona un novedoso método de desarrollo de habilidades relacionadas con la TI además de que permite una amplia difusión de conocimientos y pocas dificultades para el mejoramiento y profundización de habilidades simplemente a través de su uso. Además, el software libre facilita un medio para la reducción de costos, al igual que una alternativa para la externalización, lo cual llevaría a un aumento de la demanda interna de empleos para personal calificado.

Esta evidencia nos permiten explorar la posibilidad de cuantificar el efecto que tiene el software libre sobre la generación de empleos, teniendo en cuenta el potencial de canibalización hacia el software propietario al incrementar el uso del software libre, lo que tendría un efecto sobre los puestos de trabajo.

En primer lugar, es importante reconocer la participación relativamente baja de programas propietarios en el mercado total. El software propietario da cuenta del 19% del mercado europeo del software y del 16% del mercado estadounidense (ver Tabla 24 en la página 124).

El software tradicional (con un 52% en Europa y un 41% en EE.UU.) y el software *in-house* (con un 29% en Europa y un 43% en EE.UU.) en realidad no pueden ser canibalizados por el

software libre (los primeros o incluyen tasas de licencias que representan el único gasto que *necesariamente* elimina el software libre; de hecho, el software *in-house* podría convertirse en software libre). Además, el software *in-house* actualmente sigue los principios del software libre de ser libremente usado, estudiado, modificado y distribuido por todos sus usuarios, puesto que el software *in-house* sólo tiene un usuario que viene a ser su propio creador. Igualmente, el software tradicional también está disponible para ser modificado y distribuido libremente por los usuarios (como el trabajo por contrato) e incluso cuando este no es el caso, la economía del software tradicional sigue un modelo de servicio o soporte en lugar de un modelo de tasa de licencia por unidad. El modelo de servicio o apoyo es totalmente compatible con el software libre, como se describe en la sección 7.5 (y más adelante en la discusión sobre los servicios TI relacionados con el software libre en la sección 7.7.1).

La Tabla 16 muestra el desarrollo del software libre en EE.UU. y el sostenimiento de puestos de trabajo por sector, sobre la base de estrictas delimitaciones del “desarrollo” y “soporte” del software³¹.

³¹ Ver nota al pie #32

Tabla 16: Desarrollo del software en los Estados Unidos y sostenimiento de los puestos de trabajo por sector para el año 2005

Rango	Sector	Desarrollo				Soporte		
		empleos ('000s)	empleos (%)	promedio del salario anual (\$)	% del total de empleos en el sector	empleos ('000s)	empleos (%)	% del total de empleos en el sector
1	Diseño de sistemas y servicios relacionados	443	26,7%	77,356	37,45%	188	16,6%	15,92%
2	Servicios profesionales incluyendo asesoría	167	10,1%	78,543	2,92%	105	9,2%	1,82%
3	Sector financiero incluyendo compañías de seguros	159	9,6%	73,362	2,00%	116	10,2%	1,45%
4	(Organismos del) Gobierno Federal, Estatal o Local (incluyendo el Servicio Postal)	126	7,6%	67,697	1,32%	65	5,7%	0,67%
5	Mayoristas y minoristas (incluyendo de computadores y software)	109	6,6%	74,857	0,65%	92	8,1%	0,43%
6	Empresas desarrolladoras de software	92	5,5%	82,756	38,89%	33	2,9%	14,22%
7	Procesamiento de datos, hosting y servicios de Internet (incluyendo proveedores de servicios de internet)	82	4,9%	74,302	17,69%	53	4,7%	11,56%
8	Gestión de empresas	80	4,8%	72,723	4,61%	70	6,1%	4,01%
9	Fabricación de equipos informáticos y de comunicaciones incluyendo equipos semiconductores, de audio y video y equipos multimedia	78	4,7%	87,843	8,86%	22	1,9%	2,52%
10	Oficina administrativa de servicios de apoyo (incluyendo empleo)	59	3,6%	74,115	0,87%	65	5,7%	0,64%
11	Educación incluyendo Universidades	48	2,9%	56,525	0,43%	113	9,9%	0,92%
12	Servicios de telecomunicaciones	41	2,4%	76,868	4,67%	45	3,9%	5,15%
13	Maquinaria aeroespacial, automotriz y eléctrica	38	2,3%	74,877	1,12%	17	1,5%	0,48%
14	Instrumentos incluyendo suministros médicos, y equipos de precisión	34	2,0%	80,388	4,02%	13	1,1%	1,53%
15	Servicios de salud incluyendo hospitales	28	1,7%	62,845	0,21%	41	3,6%	0,27%
16	Otros sectores industriales	25	1,5%	66,380	0,28%	27	2,4%	0,30%
17	Industria editorial incluyendo radiodifusoras y distribuidores de cable	19	1,1%	70,658	1,25%	28	2,4%	1,83%
18	Servicios públicos y construcción	14	0,9%	70,249	0,29%	13	1,2%	0,18%
19	Transporte y servicios postales	7	0,4%	66,059	0,20%	8	0,7%	0,21%
20	Sociedad civil / sin fines de lucro	5	0,3%	62,182	0,38%	14	1,2%	1,06%
21	Otros	3	0,2%	64,884	0,05%	9	0,8%	0,12%
TOTAL: TODOS LOS SECTORES		1,656	100,0%			1,136	100,0%	

Copyright © MERIT. Recopilado del Departamento de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos en mayo del año 2005. Clasificado por desarrollo en los puestos de trabajo. Los sectores 1, 6, 8/7 fueron agrupados en cuatro dígitos por El Sistema Norteamericano de Clasificación Industrial (en adelante, NAICS por sus siglas en inglés), el resto ha © 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

sido agrupado por MERIT. Asimismo, se agruparon las profesiones³².

Los proveedores de software propietario se clasifican como “empresas desarrolladoras de software”, incluyendo empresas como la Microsoft y la Oracle. Este sector es el sexto en términos de empleo para desarrolladores de software, lo que representa sólo el 5,5% de puestos de trabajo para desarrollo de software y del 2,9% de empleos para soporte de software. Las empresas pertenecientes a otros sectores también desarrollan software propietario, especialmente las del sector #9, que incluye fabricantes de equipos informáticos (como HP). El sector más destacado con el promedio más alto de empleo, está compuesto principalmente de desarrolladores de software tradicional, incluyendo servicios de gestión de herramientas informáticas (es decir, desarrolladores de software *In-house* tercerizado)³³.

Lo más interesante de esta distribución es que los sectores de desarrollo TI (#1, #6, #7, #9) dan cuentas del 42% de empleos para desarrollo de software; sin embargo, una mayoría (el 58%) de los desarrolladores de software trabajan en empresas usuarias de TI. Esto sugiere que, al menos en EE.UU., las habilidades de *desarrollo* de software son distribuidas ampliamente en toda la economía, colocando a las empresas en una posición favorable en materia económica para la adopción de software libre. En particular, cabe destacar que el gobierno de EE.UU. contrata cerca del 8% de todos los desarrolladores de software.

Por supuesto, el sector de empresas desarrolladoras de software (y el de diseño de sistemas y servicios relacionados, como el desarrollo de software tradicional) poseen el porcentaje más elevado de desarrolladores de software en comparación con el empleo total en sus sectores, a saber cerca de 38%. El siguiente sector más significativo en cuanto a desarrollo es el sector #7, procesamiento de datos y proveedores de soluciones de páginas Web –hosting-, con un 17% del total de empleados desarrolladores de software.

³² Las profesiones se agrupan por el código de ocupaciones en 6 dígitos. Desarrolladores de software: Investigadores en información y la computación, programadores, ingenieros de software (software de aplicaciones y software de sistemas), Analistas de sistemas. Soporte de software: especialistas en soporte, administradores de base de datos, administradores de sistemas informáticos y redes, analistas de sistemas de redes y comunicación, especialistas en computación (todos los demás).

³³ Este sector incluye a la IBM, que también produce software propietario; sin embargo, la mayoría de los desarrolladores de software de la IBM, al igual que los de otras empresas en esta categoría con un gran número de empleados *en todo el mundo* como la Capgemini y la *Computer Sciences Corporation* (CSC) que desarrollan software tradicional o proveen servicios que llamamos software *In-house* tercerizado. En términos de los empresarios más destacados del mundo en este sector (sin incluir a EE.UU.), cabe destacar que 3 empresas de las principales 11 son empresas de India: la *Tata Consultany Services*, la *Wipro* y la *Infosys*, las cuales ponen de manifiesto la naturaleza de este sector.

Asimismo, cabe señalar que el salario promedio que las empresas desarrolladoras de software pagan a sus desarrolladores, aunque es más elevado que en otros sectores, no resulta muy alto (la diferencia con los servicios profesionales y asesoría es inferior al 5%, comparado con el sector menos pagado; a saber, el de “Sociedad civil / sin fines de lucro” la diferencia es sólo del 24%). Esto indica que las empresas desarrolladoras de software, al igual que otras empresas en los “sectores de desarrollo de TI” no tienen un porcentaje dominante de trabajadores altamente calificados, teniendo como representante el salario para los niveles de habilidades (aunque las diferencias sectoriales en márgenes de ganancias, sin duda, también son factores que interviene en la determinación de los salarios). Así pues, las habilidades, no sólo de los empleados, parecen estar ampliamente distribuidas fuera de las empresas desarrolladoras de software y de los segmentos de desarrolladores de TI hacia los grupos de usuarios.

Aparte de los empleados de las empresas desarrolladoras de software y quizás un porcentaje de los empleados de las empresas fabricantes de equipos informáticos, todos los demás desarrolladores de software pudieran potencialmente ser desarrolladores de software libre, lo que representaría más del 90% de los puestos de trabajo para desarrolladores de software en los Estados Unidos. Por supuesto, ello no implica que sean todos desarrolladores de software libre; sin embargo, el punto es que resulta poco probable que la canibalización hacia el software libre tenga un efecto negativo importante sobre el mercado para generar puestos de trabajo fuera del sector de empresas desarrolladoras de software. Otro punto que debe ser tomado en cuenta es que más del 90% de los desarrolladores se dedican al desarrollo de un tipo de software que aunque quizás no es software libre, tampoco es software propietario. En efecto, como se señaló anteriormente, este desarrollo de software está más acorde con las características esenciales del software libre pues los usuarios tienden a tener los mismos derechos que tienen los creadores del software, de hecho, a menudo son los mismos (siempre, en el caso del software *In-house* que representa tal vez el 58% del empleo en desarrollo de software).

Si tomamos los datos de la *IDC's survey data* (encuesta de la *International Data Corporation*, en adelante IDC, por sus siglas en inglés), los cuales muestran que el 71% de los desarrolladores en todo el mundo *están* utilizando software libre³⁴ y si lo aplicamos al 90% de desarrolladores de EE.UU. que *pudieran* estar desarrollando software libre, se puede calcular el número de puestos de trabajo relacionados con el software libre en los Estados Unidos un poco más

³⁴ IDC 2006, “*Open Source in Global Software: Market Impact, Disruption, and Business Models*”.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

por encima del millón o lo que es igual, el 63% de todos los puestos de trabajo para desarrollo de software en el año 2005. Si aplicamos moderadamente la relación del software libre del total de software estimado en la Figura 60 (página 178) como el 16% para EE.UU. en el año 2005, obtenemos 238 mil puestos de trabajo en desarrollo de software sólo en EE.UU. relacionados con el software libre o el 14,4% del total de empleos para desarrollo de software.

Otra propuesta vincularía más de cerca la cantidad de puestos de trabajo relacionados con el software libre más de cerca a las personas que participan directamente en los proyectos de software libre, de las cuales cerca de la mitad de los cuales obtienen ingresos³⁵ relacionados con el software libre para que directa o indirectamente, administren, financien o desarrollen software libre. En vista de que se contabilizaban más de 440.000 participantes de software libre de todo el mundo activos en EE.UU. para el año 2005³⁶ e incrementándose a un ritmo del 20% anual, sugiere que de una cantidad alrededor de 218.000 participantes de software libre remunerados en EE.UU. para el año 2005 (cerca de 13% del total de puestos de trabajo para desarrollo de software en EE.UU., aunque estos desarrolladores de software libre pueden tener actualmente empleos en otras profesiones), va en aumento hasta por encima de 500.000 participantes para el año 2010. Esta situación supone un aumento gradual de la proporción de participantes del software libre que son remunerados³⁷.

Desafortunadamente, en Europa no hay datos ocupacionales disponibles que se encuentren detallados de manera similar, por lo que no podemos reproducir el análisis anterior y las estimaciones para Europa. Sin embargo, se espera que el empleo para desarrolladores de software en Europa este menos concentrado en la industria de programas propietarios, pues en Europa esta industria es considerablemente más pequeña que en EE.UU. Por otra parte, la proporción de software tradicional y software *in-house* en Europa es mucho mayor (52:29) comparado con EE.UU. (41:43), lo que sugiere que los puestos de trabajo en desarrollado de software en Europa

³⁵ Según la encuesta a desarrolladores de software libre realizada en el año 2002, el 49% de todos los desarrolladores obtienen ingresos por realizar actividades relacionadas con el software libre; en la encuesta de software libre realizada en el año 2003 en EE.UU., que tuvo un marcado sesgo norteamericano, arrojó una cifra de 44%; mientras que de acuerdo con la encuesta FLOSSPOLs del año 2005 la cifra es de 54%. Por su parte, según la encuesta de FLOSSWorld (FLOSSWorld survey) de los países de Asia, África, América Latina y el Sudeste de Europa, la cifra es de 51%, lo que tal vez refleje el hecho de que estos desarrolladores se sumaron a la comunidad del software libre aproximadamente 3 años después de que lo hicieran los desarrolladores que fueron parte del muestreo de las encuestas a desarrolladores de software libre y la encuesta FLOSSPOLs.

³⁶ Usuarios registrados en *Sourceforge.net*, cifra calculada por la URJC basándose en los datos de registro provenientes de *Sourceforge/University of Notre Dame*

³⁷ De manera moderada se aplica la proporción de asalariados de la encuesta de software libre realizada en el año 2002 a la población actual/existente; además, se aplica una proyección de una proporción basada en el aumento de esta población para la encuesta realizada en el año 2005 sobre la población prevista para el año 2010.

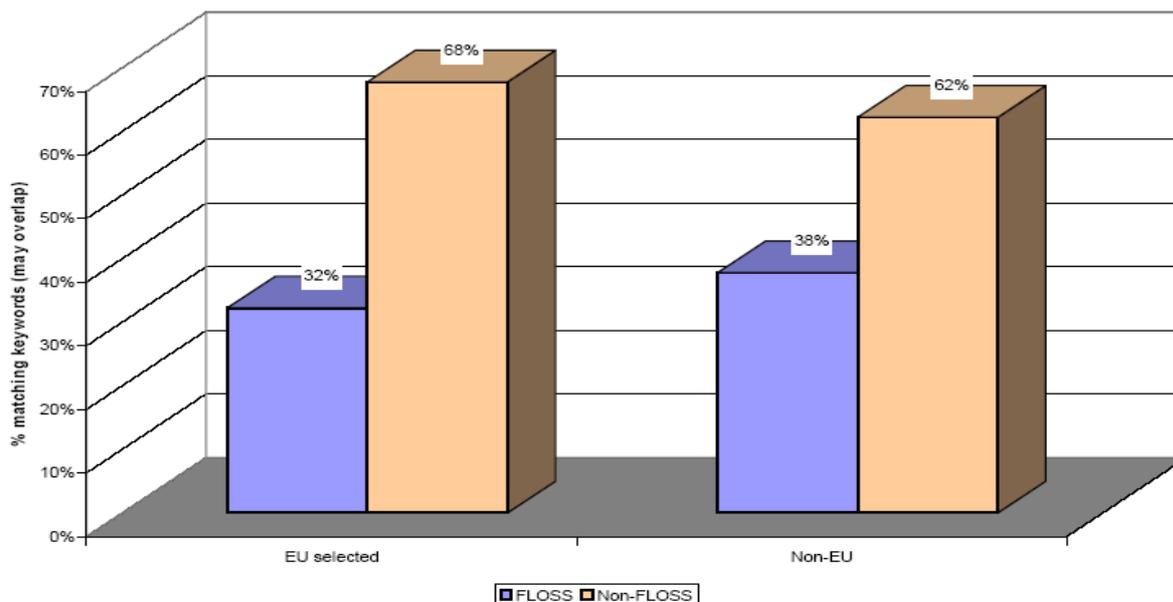
pueden ser un tanto menos distribuidos en empresas usuarias que en EE.UU.; de hecho, se enfocan en empresas de software tradicional y en empresas de asesoría de TI. Este hecho no cambia significativamente el argumento respecto al software libre y a la canibalización (es evidente que en Europa hay menos empleo en el sector del software propietario para canibalizar) puesto que el software tradicional es compatible con el software libre como se describió anteriormente. De esta manera, se podría calcular el porcentaje de empleo relacionado con el software libre en Europa en un rango similar al de EE.UU.; es decir, entre 16% y 63%.

Siguiendo el enfoque alternativo que une el número de puestos de trabajo relacionados con el software libre más estrechamente a las personas que participan directamente en proyectos de software libre, alrededor de la mitad de los cuales obtienen ingresos vinculados con el software libre por la administración directa o indirecta a través del o desarrollo de software libre, se puede considerar a los usuarios registrados en *Sourceforge*-Europa como una aproximación de los desarrolladores de software libre europeos activos en todo el mundo. De hecho, Europa tiene una serie de portales de desarrollo propios, lo cual puede representar el total; sin embargo, no se puede sólo totalizar las cifras de los registros provenientes de diferentes portales, puesto que sería imposible corregir los posibles errores por doble contabilidad. En vista de que hubo alrededor de 407.000 participantes activos del software libre de todo el mundo provenientes de Europa para el año 2005 –esta cifra se incrementó en un 20% cada año–, se tiene que habrá aproximadamente 204.000 participantes remunerados de software libre en Europa para el año 2006. Esta situación implica que para el año 2010 habrá aumentado a aproximadamente 600.000. En cuanto a los Estados Unidos, esto supone un aumento gradual en el porcentaje de participantes del software libre que son remunerados.

En la Figura 42 puede apreciarse un indicativo (de ninguna manera definitivo) del interés por los puestos de trabajo relacionados con el software libre. Este presenta el promedio de una muestra de 379 mil *avisos de empleo* correspondientes a las palabras claves “relacionados con el software libre” y “no relacionados con el software libre”, en aproximadamente 50 sitios Web de ofertas de empleo (diez países de la UE y en siete países no pertenecientes a la UE). Esta Figura muestra los porcentajes del total de *ofertas de empleo* relacionados con cualquier descriptor del software libre y, como control, también se presenta el porcentaje de ofertas que tienen que ver con descriptores no relacionados con software libre. En vista de que los puestos de trabajo pueden incluir descriptores para ambos grupos (por ejemplo, “Linux” u “Oracle”) existe cierta posibilidad

de coincidir; sin embargo, las correspondencias entre los descriptores relacionados con el software libre pueden ser vistas como una limitante menor con relación a las ofertas de trabajo en las áreas de TI que requieran de algunas habilidades en software libre. Curiosamente, esta cifra es mayor para la muestra de los países no pertenecientes a la Unión Europea.

Figura 42: Ofertas de trabajo, software libre y software no libre



Copyright © MERIT, del proyecto FLOSSWorld. El software libre y el software no libre pueden coincidir en partes. Búsquedas en sitios web de empleos por descriptores³⁸ relacionados con el software libre y el software no libre, 379010 postulaciones correspondientes. Países no pertenecientes a la Unión Europea: Argentina, Brasil, Bulgaria, Croacia, India, Malasia, Sur África. De la Unión Europea se seleccionaron sólo 10 países de los 25 que la componen. > 50 sitios relacionados con empleo fueron visitados de julio a septiembre del año 2006.

³⁸ Como Linux, MySQL, Apache, Perl (software libre) y Windows, Oracle, IIS, Java (software no libre, aunque ciertos trabajos en Java incluyen software libre).

7.5. Nuevas empresas, modelos de negocio y beneficios para las PyMEs

El proyecto de código abierto relacionado con el Quinto Programa Marco de la Comunidad Europea para acciones de investigación, demostración y desarrollo tecnológico (FP5) y con el programa de las Tecnologías de la Sociedad de la Información (IST), que fue coordinado por la Universidad de Maastricht/MERIT; llevó a cabo un estudio sobre modelos de negocio en software libre, identificando una jerarquía de modelos de negocio usados que en general, mantienen vigencia hoy en día (ver Figura 43).

Existen dos grupos fundamentalmente diferentes de empresas involucradas en negocios de software libre. Uno de ellos, con un significativo conocimiento y participación en software libre, tiende a tener un importante conocimiento del producto y la tecnología. Este conocimiento se utiliza para desarrollar lo que representa en esencia una empresa de servicios. Estas son empresas que proporcionan capacitación, soporte, asesoría e integración, al igual que la ampliación en ventas de hardware que se ven reforzadas por la experiencia empresarial en materia de conocimiento técnico de software libre y por la participación en la comunidad de desarrollo de software libre. Las empresas de servicios van desde las más grandes (IBM) a las más pequeñas (*Linuxcare* es un nombre muy conocido, pero existen muchas pequeñas empresas locales de servicios de software libre). Un subconjunto de este grupo de empresas trabaja exclusivamente en el desarrollo de productos de buena calidad de software libre. Por ejemplo, MySQL, desarrolladora de una de las marcas de bases de datos más conocidas actualmente, es una compañía sueca cuyo modelo de negocio está basado en ventas de software libre más que en servicios o en integración.

MySQL realiza su labor a través de un sistema de licenciamiento dual, lo que permite que su software sea de acceso público usando la licencia GPL, sin cargo alguno (aunque la compañía ofrece soporte y servicios no gratuitos). La licencia GPL (siglas en inglés de *General Public License*, Licencia Pública General de GNU) impide que otras empresas incorporen MySQL en su

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

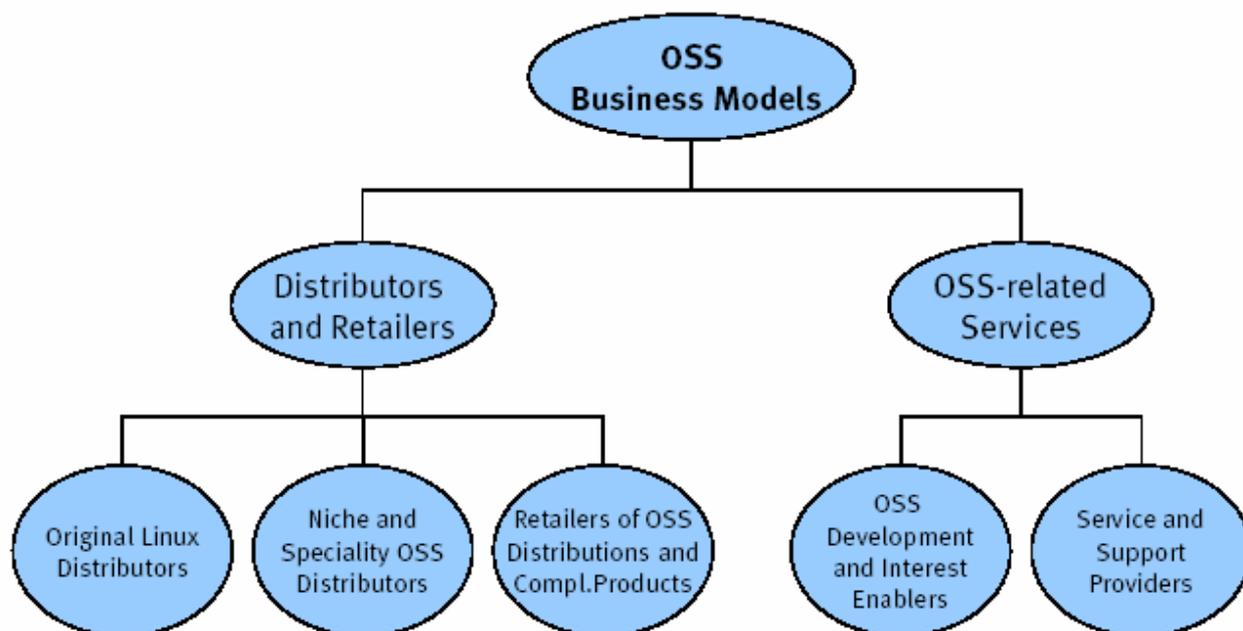
propio software propietario, puesto que cualquier trabajo derivado del software MySQL debe también estar licenciado bajo la licencia GPL; es decir, debe estar disponible como software libre³⁹. Debido a la naturaleza del software de MySQL (infraestructura de base de datos) existe una gran demanda por parte de las empresas de incluir MySQL en sus soluciones de software propietario, ya que les ahorra la escritura de sus propias bases de datos de software. La estrategia de licenciamiento dual de MySQL permite a estas empresas utilizar el software bajo cualquier otra licencia de software no libre, permitiéndoles hacer cambios e incorporar MySQL en sus productos privativos. Sin embargo, cuando se distribuye el software MySQL bajo otras licencias no libres, la compañía cobra a las empresas por el software.

MySQL logra mantener su estrategia porque posee los derechos de autor de todo el software que distribuye. Por supuesto, la gente puede modificar la versión GPL, mientras que MySQL normalmente no posea los derechos de autor de toda la versión modificada y, por tanto, no pueda distribuirla bajo su sistema de licenciamiento dual. Sin embargo, MySQL asegura que posee los derechos de autor para modificaciones del software que considera son de utilidad encuentra: al anticiparse a las modificaciones de otros haciéndolas *a lo interno*; al solicitar a contribuyentes externos que firmen sus derechos de autor a los cambios sobre MySQL; o bien, al emplear a personas que realizan valiosas contribuciones externas adquiriendo así sus derechos de autor.

Del mismo modo, *Jboss*, empresa con base en EE.UU. (pero dirigida por Francia), líder en servidores de aplicaciones del mercado y adquirida por *Red Hat* en el año 2006, desarrolla su software internamente. Esta característica la hace un tanto diferente de MySQL; sin embargo, su modelo de negocios se basa en la distribución gratuita de software y el cobro por prestación de servicios, parecido a un modelo de suscripción.

³⁹ Para más detalles sobre licencias de software libre véase la sección 7.5.1.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

Figura 43: Jerarquía de los modelos de negocio relacionados con el software libre



Copyright © 2002 Berlecon Research. Fuente: Encuesta a usuarios del software libre (coordinada por MERIT).

Como un ejemplo del más reciente desarrollo en modelos de negocio, que pudiera ofrecer un escenario futuro para las PyMEs en general, incluso más allá del sector software libre, es la alianza comercial *Orixo network*⁴⁰ conformada principalmente por pequeñas empresas y microempresas en Bélgica, Francia, Alemania, Italia, Reino Unido y Suiza especializadas en enormes aplicaciones de envergadura para servidores web basadas en la personalización del servidor web de software libre *Apache* y relacionadas con la tecnología Java/XML (como *Cocoon*) para muchos usuarios. *Orixo* trabaja para cada PyME nacional, en primer lugar, adquiriendo clientes en el ámbito nacional y socios en otros países, y en segundo lugar, brindando apoyo a cada uno de sus clientes. Por ejemplo, *Luminas* en el Reino Unido y *Pro-netics* en Italia se aliaron para construir una solución para VNUNet, una de las más grandes agencias de noticias en línea de Europa, que actualmente ofrece 100.000 artículos con 6 millones de páginas descargadas cada mes. Por su parte, las empresas del Reino Unido y las de Suiza lograron trabajar juntas para implementar una solución

⁴⁰ www.orixo.com

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

para BIOMED, una base de datos mundial de miles de imágenes médicas, mientras que los miembros nacionales de *Orixa* están colaborando estrechamente con las organizaciones de medios de comunicación nacionales (BBC en Reino Unido y RAI en Italia) para crear soluciones basadas en software libre para banda ancha confiable y servidores de contenido multimedia. Este modelo permite a cada pequeña empresa beneficiarse de su experiencia en soluciones personalizadas, mientras recurre a una gran base de datos de software escrita previamente bajo licencias de software libre; además, atrae una gran comunidad de cientos de desarrolladores particulares en todo el mundo, incluyendo no sólo a voluntarios sino también a otras pequeñas empresas similares. De más está decir que los niveles de habilidades en estas empresas de nichos son muy altos, con niveles salariales y beneficios igualmente altos, y un potencial, en gran escala, para la generación de empleos en red.

El modelo de ingresos de los miembros de *Orixa* se basa en la integración y la personalización. Estas empresas cobran por construir soluciones personalizadas basadas en software libre para las complejas necesidades de sus clientes. Las personalizaciones que estas empresas miembros implementan, a menudo involucran mejoras y características adicionales al software libre que pueden ser útiles para otros, incluidos otros miembros de *Orixa*, de modo que los miembros de *Orixa* pueden contribuir con nuevas características para el código base del software libre. Gracias a las necesidades esenciales de sus (futuros) clientes para soluciones especiales, no necesariamente se reduce el potencial de ingresos ganados por los miembros de *Orixa*.

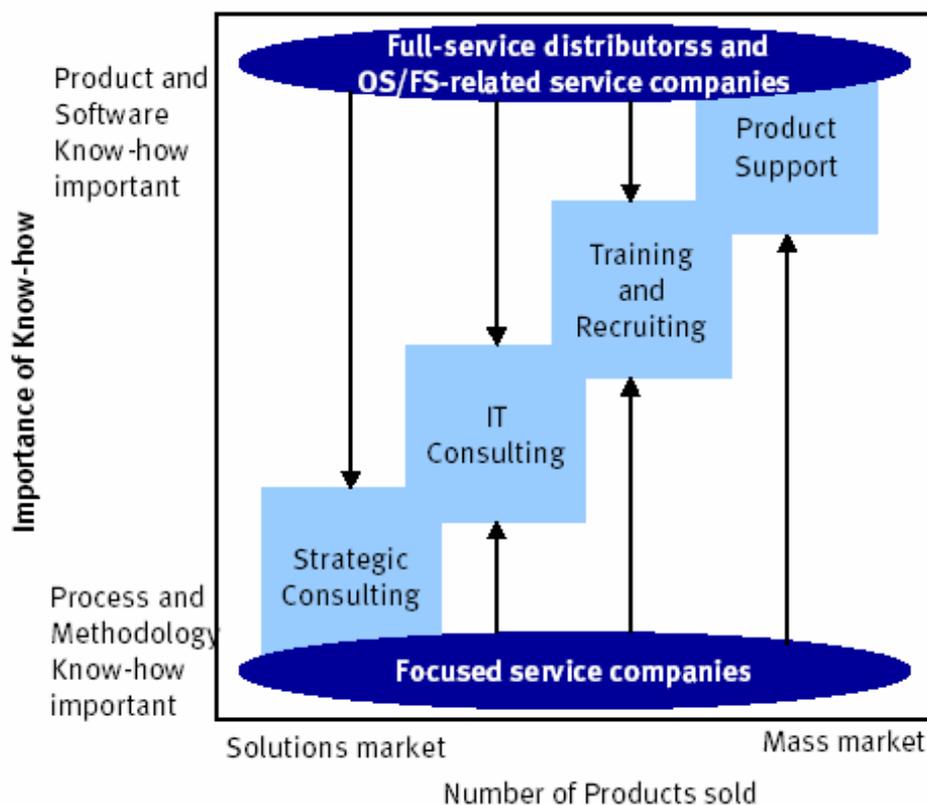
Cabe señalar que las empresas, como las de la red *Orixa*, cuando proporcionan soluciones personalizadas usando software libre dependen del software distribuido por miles de desarrolladores particulares. Sin embargo, a pesar de la licencia específica utilizada, como la GPL, la personalización de la empresa proporciona una garantía al cliente en cuanto a calidad y confianza para las aplicaciones de misión crítica. Puesto que la personalización de la empresa permite acceso total al código fuente, esta situación puede mantenerse como una garantía, ya que permite realizar cualquier cambio que se requiera para cubrir las necesidades (calidad o de otro tipo) del cliente. Por supuesto, el cliente puede recibir el software resultante bajo una licencia GPL que le otorga la libertad de modificarlo por sí mismo; sin embargo, si lo hace probablemente violará su contrato de servicio con el proveedor. Al igual que al comprar una computadora se es libre de modificarla; sin embargo, es probable que se anule el contrato de servicio o la garantía cuando al hacerlo, aunque como con el software libre se puede continuar modificándola más a fondo si se tienen las

habilidades o si se paga a alguien para que lo haga.

Del mismo modo, *ZEA Partners*⁴¹, anteriormente la *Zope Europe Association*, reúne a las PyMEs de varios países que apoyan o desarrollan el sistema en software libre de manejo de contenidos *Zope*, *Plone* y *Silva*. Fundada por los creadores de los proyectos de software libre, *Zea* incluye 16 PyMEs de nueve países europeos, así como cuatro países no europeos: Estados Unidos, Sur África, India y Argentina.

Zea proporciona promoción, capacitación y servicios de coordinación, al igual que cierto grado de soporte técnico a los miembros de la empresa, cada uno de los cuales especializa en su propios dominios de aplicaciones y usualmente (mas no necesariamente), sus propias regiones. Al actuar como una red hace que resulte fácil acercarse a gran cantidad de clientes, mientras que su propia lista colectiva de clientes es excepcional, pues incluye desde *eBay.com*, *Philips Research* y *IMS* de Londres, líderes en multigestión de activos de Europa; hasta *Oxfam America*, *ETH Zurich* (Escuela Politécnica Federal de Zurich) y el Departamento de Policía de Rotterdam.

Figura 44: Relación entre know-how, modelos de negocio y tamaño del mercado



⁴¹ <http://www.zope-europe.org/>

Copyright ©2002 *Berlecon Research*. Fuente: Encuesta a usuarios del software libre (FLOSS user survey) (coordinada por MERIT)

En el otro extremo del espectro del conocimiento, existe una clase de empresas con importante experiencia en servicios e integración (por ejemplo, *KPMG consulting*, *Cap Gemini Ernst & Young*, o empresas más pequeñas como *Microconsult* en *e-learning* (educación electrónica) o *Monster.de* en reclutamiento de personal) que están ampliando sus tipos de servicios al agregar software libre a su cartera de servicios. Esta situación a menudo permite a las empresas ofrecer servicios más complejos y posibilidades de integración, manteniendo al mismo tiempo una amplia proporción de beneficios dentro de su empresa, puesto que esencialmente retienen el 100% de los beneficios y no tienen que pagar regalías a otras empresas (propietarias) para usar software, mientras desarrollan en una gran base de software de acceso público que les permite cobrar menos a los clientes por soluciones más avanzadas.

La Figura 44 muestra la relación entre el previo *know-how* de software libre y el tipo de modelo de negocio escogido, con el tamaño de mercado resultante para cada producto individual o cada servicio.

7.5.1. Colaboración e intercambio de los derechos de propiedad intelectual

Zea enfatiza el rol de las asociaciones PyMEs de software libre en el desarrollo de negocios de software libre y en la inversión a riesgo del grupo de habilidades complementarias o las participaciones mercantiles, tal como se describió para la red *Orixa* en la sección anterior. Cuando el trabajo de *Zea* está basado principalmente en software libre, las PyMEs que la componen pueden cooperar con otras PyMEs, que pueden ser en determinadas circunstancias, competidores potenciales; por una parte, no tienen temor al plagio de los derechos de propiedad intelectual, y por otra parte, no tienen que elaborar complejos acuerdos de licencia de propiedad intelectual que puedan ser costosos de mantener para las PyMEs. Esta capacidad de cooperar con los competidores potenciales puede funcionar especialmente bien cuando las empresas usan licencias recíprocas como la GPL. Estas licencias permiten a los competidores beneficiarse del software que una empresa libera, garantizando al mismo tiempo a la empresa originaria que los competidores no pueden apropiarse exclusivamente de los beneficios. Si el competidor mejora o personaliza el

software, las licencias recíprocas aseguran que, en la mayoría de las circunstancias, el autor original puede acceder a las mejoras. Esta es la razón por la que la mayoría de las empresas, al igual que la mayoría de los desarrolladores particulares, prefieren usar licencias recíprocas para liberar su software libre.

Fundamentalmente, existen dos modelos de licencias para el software libre: la permisiva y la robusta⁴². El modelo de licencia permisiva es el más próximo al dominio público. Esta licencia permite al licenciataria amplios derechos para usar, estudiar, modificar y distribuir el software con pocos o ningún tipo de condición. La mayoría de las condiciones se refieren a asuntos de renuncia de garantías. Ejemplos de licencias permisivas son: la licencia *Berkeley BSD* (nacida de la Universidad de California en Berkeley), bajo la cual se encuentran distribuidos el popular sistema operativo *FreeBSD* y sistemas semejantes; la Licencia Apache usada por Apache, el líder en el mercado en cuanto a software de servidores web; y la Licencia MIT (siglas en inglés de Instituto Tecnológico de Massachusetts) usada por el sistema *X-Window* de interfaz gráfica de usuario bajo sistemas operativos como Unix. Tal como lo indican los nombres de algunas de estas licencias, estas son originadas en universidades y, a menudo, son referidas como licencias académicas.

El otro modelo de licencia, que da cuenta de una gran parte de los proyectos de software libre, es el modelo de licencia recíproca. Totalmente diferente de la de dominio público, esta licencia constituye un “*Commons protegido*”. Los licenciataria tienen amplios derechos para usar y estudiar el software. Si estos distribuyen el software, deben permitir a los beneficiarios el acceso al código fuente (otorgándoles la libertad de estudiarlo). Además, los licenciataria deben proveer a los beneficiarios el software bajo los mismos términos, permitiéndoles usarlo, modificarlo y distribuirlo. Los licenciataria pueden modificar el software únicamente si el software modificado también es distribuido bajo los mismos términos, asegurando que los beneficiarios del producto derivado puedan modificarlo más. De esta forma se garantiza la reciprocidad mediante la formación de un “*Commons protegido*” (algunos autores colaboran con su software en un *commons* y con algunas libertades, aunque las modificaciones que pudieran surgir a futuro pudieran estar disponibles otras modificaciones con las mismas libertades protegidas).

La licencia recíproca más conocida es la Licencia Pública General (GPL, por sus siglas en

⁴² El texto en esta sección fue extraído de Ghosh, R.A., 2007. “*IPR, Law and FLOSS: building a protected commons*”, *Journal of Intellectual Property Rights*. En prensa.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

inglés); además, es la licencia de software libre más usada, de hecho, este tipo de licencia se encuentra en más del 66% de los proyectos de software libre (*Freshmeat* 2005⁴³), con un 6% adicional de distribución, a cargo de la licencia *Lesser GPL*. La GPL es la licencia que usa el *Linux Kernel* y otros varios paquetes de software grandes. Otras de las licencias recíprocas ampliamente usadas son: la Licencia Pública de Mozilla⁴⁴ (MPL, por sus siglas en inglés), usada por el conocido navegador web *Firefox*; la Licencia *Lesser GPL*⁴⁵ (Licencia Pública General Reducida de GNU o GNU GPL, por sus siglas en inglés), usada por el proyecto *OpenOffice*, principal competidor de la suite ofimática *Microsoft Office*; y la Licencia Común de Desarrollo y Distribución (CDDL, por sus siglas en inglés) usada por *Sun Microsystems* para productos como *OpenSolaris*, la versión de código abierto de su respectivo sistema operativo servidor.

Entre los desarrolladores particulares, el 60% considera⁴⁶ que la función de una licencia es “impedir que otros se apropien del software que hemos creado” (encuesta de software libre realizada en EE.UU.⁴⁷), lo cual demuestra que los desarrolladores no son del todo (o nada) altruistas, y con frecuencia, se pueden elegir licencias recíprocas con el motivo egoísta de garantizar su acceso a futuras mejoras. De acuerdo con una encuesta realizada a 146 empresas italianas, las empresas que liberan software de código abierto prefieren usar la licencia GPL, ya que “permite mantener el código abierto y prohíbe a los competidores convertirlo en software propietario”. (Bonaccorsi & Rossi, 2003⁴⁸).

Esta situación ha sido una preocupación para el sector público. Por ejemplo, en un estudio realizado a fin de examinar la posibilidad de la Comisión Europea de liberar una aplicación de software de su propiedad bajo una licencia de código abierto, una condición fundamental fue que “la Comisión exige protección contra la apropiación de aplicación por terceras partes” (Dusollier, Laurent y Schmitz 2004⁴⁹). La recomendación, sobre la base de este requisito, fue utilizar una

⁴³ <http://freshmeat.net/stats/#license> – 66% para el momento de esta consulta el 17 de julio del año 2006

⁴⁴ <http://www.mozilla.org/MPL/MPL-1.1.html>

⁴⁵ <http://www.gnu.org/licenses/lgpl.html>

⁴⁶ De 1.540 encuestados: <http://www.stanford.edu/group/floss-us/stats/q7.html>

⁴⁷ David, Paul, Waterman, Andrew y Arora, Seema, 2003. “*FLOSS-US: The Free/Libre/Open Source Software Survey for 2003*”. Informe SIEPR/KNIIP, que se encuentra en el sitio web <http://www.stanford.edu/group/floss-us/report/FLOSS-US-Report.pdf>

⁴⁸ Bonaccorsi, A. y C. Rossi (2003) “*Licensing Schemes in the Production and Distribution of Open Source Software: An Empirical Investigation*”. MIT Open Source working paper series. Disponible en el sitio web <http://opensource.mit.edu/papers/bnaccorsirossilicense.pdf>

⁴⁹ Dusollier, S., Laurent, P., y Schmitz, P-E. 2004. *Open Source Licensing of software developed by The* © 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

licencia con una cláusula de reciprocidad; es decir, una licencia de *copyleft*, como lo GPL.

Cabe señalar que algunos grandes proveedores son particularmente críticos del licenciamiento recíproco, ya que son “antiempresas” y porque previenen la comercialización, mientras que estos proveedores aprueban las licencias “permisivas” como la BSD, que permiten que el software libre sea apropiado exclusivamente en software propietario. De hecho, las licencias recíprocas sólo impiden que los competidores participen en el plagio de la propiedad intelectual, mediante la adopción del software escrito por otros para luego “comercializarlo” como software propietario, evitando de esta manera que los autores originales se beneficien de las modificaciones de su trabajo. Por esta razón, el argumento en contra de las licencias recíprocas rara vez proviene de empresas que actualmente liberan software libre, sino de empresas que necesitan incorporar en sus propios trabajos el software escrito por otros, sin dar nada a cambio. Como se pone de manifiesto en varias secciones de este informe, resulta enteramente posible comercializar software libre sin apropiarlo, de hecho, la mayoría (alrededor de 70%) del software libre es liberado bajo licencias recíprocas, incluyendo Linux y MySQL.

Si bien son pocas las empresas que liberan software libre que abogan por las licencias permisivas, existe una cantidad de desarrolladores voluntarios que lo hacen, siendo Apache la más conocida. Este es quizás el software más importante que usa una licencia permisiva escrita después de la creación de la GPL, la primera licencia recíproca (la licencia Apache fue escrita en el año 1995⁵⁰). Esta licencia fue escrita por el servidor web Apache, una aplicación de código abierto escrita por profesionales de Internet y administradores de sitios web. La GPL fue la licencia de código abierto dominante y representó el debate entre los desarrolladores de Apache, acerca de exigir o no reciprocidad, este tema es algo a lo que muchos proyectos siguientes se han enfrentado, con diferentes grados de opiniones. Apache decidió maximizar su base de usuarios, además de fomentar contribuciones a los *commons* a través de la presión social⁵¹ moderada en lugar de restricciones vinculantes. De hecho, la base de usuarios de Apache fue maximizada y se convirtió en el servidor web más usado a un año de su liberación, además, ha mantenido una constante de dos tercios del total de servidores web del mercado desde el año 2000. Apache se basa en la buena

European Commission (applied to the CIRCA solution). Dirección General de Empresas e Industrias de la Comisión Europea. Disponible en el sitio web <http://europa.eu.int/idabc/servlets/Doc?id=19296>

⁵⁰ La versión actual es la 2.0, escrita en el año 2004 y que se encuentra a disposición en el sitio web <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>

⁵¹ Ver ejemplos en Apache Software Foundation, 2006. “*Frequent Questions about Apache Licensing*”. Disponible en el sitio web <http://www.apache.org/foundation/licence-FAQ.html>

voluntad (y en una marca muy conocida, gracias a su enorme popularidad) para mantener las contribuciones al software que siempre se está desarrollando. Sin embargo, la confianza en la buena voluntad no siempre funciona. Tomemos el caso de *MMBase*, un popular (especialmente en Europa occidental) sistema de gestión de contenidos y base de datos multimedia. *MMBase* fue desarrollado principalmente por VPRO, un organismo público de radiodifusión de Holanda, y luego ha sido desarrollado por una coalición de autoridades públicas holandesas incluida la ciudad de Amsterdam. Cuando este sistema fue liberado como software libre, la organización decidió utilizar la Licencia Pública de Mozilla (MPL), que se encuentra entre una licencia permisiva y una recíproca: requiere de reciprocidad por los cambios al núcleo del código base del titular del derecho de autor, pero permite que otros trabajos derivados sean apropiados sin requerimientos recíprocos. Al igual que la licencia Apache, la MPL fue desarrollada (por el navegador Mozilla, ahora mejor conocido como *Firefox*) a fin de maximizar su uso. Para *MMBase*, los desarrolladores originales “pensaron que su lanzamiento sería mucho más rápido si no había (reciprocidad) restricción en el uso. Así que cada proveedor comercial podía sólo adoptarlo, empacarlo y venderlo en un hermoso estuche”, afirma Jo Lahaye⁵², director de la *MMBase foundation*, creada por las autoridades públicas con las empresas y la comunidad de desarrolladores para dirigir el *MMBase* después de su liberación como software libre. “Sin embargo, opino que no se dieron cuenta de las consecuencias que ello tendría o pudiera tener a largo plazo”.

Si bien una licencia permisiva o poco recíproca puede llevar a un uso rápidamente extendido, como ocurre con Apache o Mozilla/Firefox, sus beneficios quizás sean superados por la amenaza de los apropiadores que sacan provecho del software, cuando el software no es un paquete más o menos completo sino una colección, como sucede con *MMBase*, al que se personaliza con frecuencia. La *MMBase foundation* ahora lamenta la decisión de utilizar la MPL, en lugar de una licencia recíproca “robusta” como la conocida GPL. “Puesto que muchas de las compañías que quieren unirse a *MMBase* presentan un problema con esta licencia MPL, porque afirman, 'Bueno, por supuesto que estoy dispuesto dar algo a cambio de lo que nosotros hacemos para este cliente, pero luego todo el mundo lo tienen y pueden usarlo, *sin devolver sus mejoras a aquello que yo hice*.' De modo que esta situación es realmente un gran problema.” Las palabras en letras cursivas (énfasis nuestro) resumen brevemente nuestro argumento de que la principal amenaza percibida por las empresas que contribuyen al software libre no es que otros tengan la libertad de usar su

⁵² Jo Lahaye entrevistado para el *EC DG INFOSO Project* (Proyecto de la Dirección General para la Sociedad de la Información de la Comisión Europea), “*Study into the effect on the development of the Information Society of European public bodies making their own softwrae available as open source*”, realizado por MERIT, Unisys y Eurocities.

software, como los usuarios finales sin “dar nada a cambio”, sino que otros pudieran mejorar y desarrollar más su software sin devolver las nuevas contribuciones. Las licencias recíprocas como la GPL impiden que esto ocurra.

Más que confiar exclusivamente en la buena voluntad, la reciprocidad cumplió a través de los cambios de licencia los incentivos envueltos en la decisión de si distribuir software (u otra información) bajo protección de la propiedad, o como código abierto. En lugar de una elección binaria entre propietario y público, implícita por los comentaristas como Lerner y Tirole (2002)⁵³, los contribuyentes, de hecho, se enfrentan a una elección más compleja, como se ilustra en la Tabla 17 que sigue más abajo. Los comentaristas a menudo han asumido una elección limitada para las apropiaciones propias de un trabajo por parte de los contribuyentes, con el corolario de que un competidor (B) puede beneficiarse si el contribuyente (A) no sólo apropia el trabajo. De hecho, la existencia y la popularidad de la licencia de software libre recíproca demuestra que la ganancia para un competidor de una empresa de acceder al software de una empresa puede ser mucho menor que el beneficio de un competidor al apropiarse únicamente el software de una empresa, con la correspondiente pérdida para la empresa original. En la medida en que los beneficios de facilitar el acceso superan las pérdidas de esta provisión de acceso, y mientras que impidan las pérdidas mayores de apropiación de parte de los competidores; las empresas se beneficiarán al liberar software como software libre.

Tabla 17: Apropiación exclusiva y modos de distribución

	Apropiación exclusiva por otros (competidores)	Ninguna apropiación por parte de los competidores
Apropiación exclusiva por contribuyente	Ninguna	Propietario
Ninguna apropiación por parte de contribuyentes	Licencia permisiva	Licencia recíproca

De hecho, *Zope*, el principal software para *Zea*, se distribuye bajo una licencia permisiva, como Apache. Tenga en cuenta que ambas aplicaciones se originaron en la comunidad de desarrolladores voluntarios (pero profesionales), a diferencia de, por ejemplo, MySQL, cuyos desarrolladores tuvieron en mente planes comerciales desde un principio, y por lo tanto, optaron por la licencia recíproca GPL como la más favorable para los negocios.

⁵³ “¿Por qué deberían los programadores de primera categoría contribuir libremente a la provisión de un bien público?”

Sin embargo, el hecho de que *Zope* sea software libre garantiza que los socios de *Zea network* puedan contribuir y compartir su propiedad intelectual en la construcción de un mejor software sin preocuparse mucho de que sus colaboradores, que también pueden resultar una competencia potencial, puedan explotarlos. La contribución de la propiedad intelectual de cada organización individual en la red *Zea* (como con cada desarrollador particular de software libre en general) es pequeña en comparación con la totalidad de la contribución, de modo que cada miembro de la red se beneficia del hecho de ser miembro y de intercambiar más que de “copiar”. Al contrario de lo que sucede con un modelo de software propietario básico, no se requieren acuerdos legales complejos entre las pequeñas empresas que conforman una red.

La estructura de la red permite a las PyMEs beneficiarse de un presupuesto compartido, más allá de construir una marca que constituye una razón importante para que las empresas liberen software como software libre, ya que la distribución gratuita de software libre también es un ejercicio de construcción de marca libre. Si bien las grandes empresas que dominan los mercados de software propietario pueden permitirse una amplia campaña de comercialización, las PyMEs no pueden; lo que puede ser un motivo para que haya PyMEs de software libre mejor conocidas que tengan productos banderas que son (casi) líderes del mercado, como *Jboss* y *MySQL*; sin embargo, son pocas las PyMEs de software propietario en una situación similar.

7.5.2. Caso de negocio para las PyMEs que apoyan el software libre

Además de la posible reducción de costos que resulta de la utilización de software libre que puede ser esencial para las PyMEs, y de la capacidad de acceder a un entorno de desarrollo de habilidades (por tanto más personal capacitado) a un costo más bajo, como se describió en la sección 7.4, el software libre proporciona una cantidad de características que desproporcionalmente favorecen a las PyMEs.

Incluso si el software libre es seleccionado por su bajo costo⁵⁴, rápidamente se hacen

⁵⁴ Esta sección fue extraída de Ghosh, R.A. 2006, “*Access to knowledge and the development agenda: emerging issues from the Free/Libre/Open Source Software debate*”, en Ghosh, Rishab Aiyer y Schmidt, Jan Phillip, 2006, *Open Source an Open Standards: Anew frontier for economic development?*, Universidad de las Naciones Unidas/MERIT Policy Brief, N° 1, 2006, ISSN 1814-8026. Disponible en el sitio web: http://www.merit.unu.edu/publications/pb/unu_pb_2006_01.pdf
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

evidentes otros beneficios. Uno de ellos es la capacidad de adaptar el software para las necesidades locales. Las compañías de software propietario usualmente son transnacionales, pero concentradas en pocas partes del mundo. Esta es la naturaleza del mercado del software, que gracias a los efectos de la red y a los estándares propietarios tiende hacia los monopolios naturales. Estas compañías mundiales realizan inversiones sobre la base de beneficios globales y puede que no presten suficiente atención a las necesidades locales.

La tendencia de los proveedores propietarios de ignorar las necesidades locales se distingue, sobre todo, en regiones en desarrollo o en regiones con lenguas minoritarias. En vista de que los proveedores propietarios están motivados por estrategias de maximización de beneficios en el ámbito mundial, a menudo no se preocupan por los asuntos locales y por las necesidades de los usuarios, a no ser que les importe en “un contexto global”. Por ejemplo, estos proveedores pueden prestar poca atención a las necesidades de los hablantes de *Nynorsk*^{iv} en Noruega, que conforman un mercado relativamente pequeño en términos mundiales⁵⁵. Y puesto que el software es propietario, ningún usuario local o empresa local está en posición de añadir este tipo de servicio.

Muchos desarrolladores de software libre tampoco tienen ningún interés absoluto en la utilidad del software para hablantes de *Nynorsk*. Sin embargo, a diferencia de sus homólogos propietarios, los desarrolladores de software libre permiten y fomentan esta utilidad con motivos pertinentes al ámbito local a fin de adaptar su software. De este modo, los usuarios locales (sobre todo para la construcción de la economía local de las TICs) y las pequeñas empresas locales son totalmente capaces de proveer servicios y adaptar el software a las necesidades locales. En el caso de los *Nynorsk* este hecho se realizó para varias aplicaciones de software libre antes del año 2002, mientras que Microsoft se negó a proporcionar servicio en las lenguas regionales. Igualmente, el gobierno de Cataluña ha iniciado recientemente el suministro de una distro en catalán de GNU/Linux (en parte desarrollada en la zona) adaptada para fines educativos de 120.000 computadores en las escuelas.

Sin embargo, la adaptación local puede ir mucho más allá del lenguaje de interfaz. En el conocido caso de Extremadura, una región española de pocos recursos económicos⁵⁶, se desarrolló

⁵⁵ Aunque, perfectamente, luego de una amenaza de boicot contra los productos de Microsoft la compañía fue forzada a desarrollar “costosos” soportes para *Nynorsk* (nuevos noruegos) que ya fueron respaldados por aplicaciones de software libre en el año 2002; ver los sitios web: <http://dot.kde.org/972035764/> y <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/2615363.stm>

⁵⁶ http://www.linex.org/linex2/linex/ingles/index_ing.html

una versión local de GNU/Linux, llamada GNU/LinEx. Sólo para este caso, todos los iconos empleados para las aplicaciones comunes se reemplazaron por imágenes más familiares para la población local (y más fáciles de pronunciar) que “Mozilla”, “GIMP” y “Browser”. De hecho, había imágenes de pintores y escritores de la región (para difundir la pintura y las aplicaciones de procesadores de textos), además de un ave conocida en la leyenda para navegar a lo largo y ancho de la búsqueda (navegador web). Como resultado, este entorno de software libre ha sido usado para capacitar a más de 70.000 amas de casa, personas desempleadas y jubiladas en el uso las computadoras por primera vez, haciendo a la interfaz más accesible que la del estándar de *Windows* (o el estándar de *Mac* o la GNU/Linux).

7.5.3. Retención local de una mayor proporción del valor agregado

La adaptación local apoya la creación de nuevas empresas locales capaces de ofrecer apoyo comercial y de basarse en el software libre gracias a sus pocas barreras de entrada, de una manera que no sería posible con el software propietario. Este efecto se ve intensificado por el apoyo público del sector de software de código abierto. Por ejemplo, la adopción por parte de la región de Extremadura en España de software de código abierto a través de su apoyo al proyecto LinEx ha dado lugar a una regeneración económica en una región relativamente pobre de la Unión Europea (que recibió, en el mes de abril del año 2004, el Premio Europeo a la Innovación Regional). Este hecho ha permitido no sólo la implementación de actividades a precios más bajos, sobre todo de actividades especialmente en materia de educación y capacitación que simplemente no eran posibles con el software propietario; sino que también ha dado lugar al aumento de una serie de pequeñas empresas a fin de proporcionar apoyo comercial, puesto que con el software libre no hay necesidad de enfocarse en un único proveedor para el apoyo, enfocarse en los empresarios locales es posible y resulta una elección obvia.

Por supuesto, el software propietario también apoya a las empresas locales (con exclusión de las empresas usuarias, que existen independientemente del tipo de software). ¿Cuáles son los tipos de empresas pueden basarse en software propietario? Una de ellas es la que construye nuevos productos y servicios sobre la plataforma, igualmente aplicables al software libre (el 100% de este valor es local). Otra empresa es la de comisiones por ventas, que muy rara vez se da a través del software libre; además es de valor relativamente bajo. Si bien el 100% de las comisiones se mantienen en el ámbito local, representan una pequeña proporción del valor agregado total y cada

dólar de comisión por venta representa varios dólares de las importaciones. Por último, el soporte, la integración y la personalización, son las razones por las que el valor agregado local es limitado con el software privativo debido al control sobre el software que ejerce el propietario. Un servicio de alta calidad requiere de un acceso al software también de alta calidad, cuestión que sólo posee el propietario.

Con el software libre, el apoyo de primer orden que puede proporcionarse por el acceso completo al código disponible a todas las empresas locales puede generar un gran valor, que se mantiene todo en el ámbito local. Además, no tiene que pagarse ningún derecho de autor ni licencias.

Para las empresas locales que producen su propio software, en lugar de apoyar otro software, el software libre también representa a menudo una mejor propuesta de valor. El software libre permite a los proveedores reutilizar el código en lugar de construirlo desde el principio y volver a utilizar una gran base de código escrito por otros. La reutilización (y modificación) permite la creación de mejores soluciones al usuario final por el mismo esfuerzo que al escribir desde cero, las empresas locales se ven obligadas a hacerlo si así lo desean a fin de desarrollar software propietario. En su conjunto, esta situación ofrece una mejor relación costo-beneficio para los clientes (que se benefician del software que representa una larga base de desarrollo acumulativo), además, provee mejores márgenes de beneficio para los proveedores de servicios locales (que pueden enfocarse en añadir nuevas características de manera más rápida en lugar de duplicar las básicas, lo que les permite cobrar más por menos trabajo).

Cabe señalar aquí, que incrementar el uso del software libre puede permitir a las economías regionales, y en particular a las PyMEs, mantener en el ámbito local una mayor proporción del valor agregado. Es evidente que las comisiones por ventas relacionadas al software propietario pueden dar lugar a un mayor valor absoluto que se mantiene localmente, si el software propietario es mucho más usado que el software libre. Un alto valor agregado en un mercado pequeño puede tener menor valor en el plano local que el valor agregado no elevado en un mercado de grandes proporciones. . De hecho, este hecho hace al software libre potencialmente más atractivo, ya que actualmente proporciona un valor agregado absoluto más bajo en el ámbito local que el software propietario; sin embargo, suministra una mayor proporción del valor agregado que se mantiene en el ámbito local. Esta situación se debe al hecho de que el mercado actualmente se encuentra dominado por el

software propietario. Nuestro análisis sugiere que si la relación del software libre se incrementó en relación con el software propietario (ya sea por la demanda impulsada por el mercado o por las políticas regionales como se describió en el caso de Extremadura) puesto que esta situación aumentaría la relación de todo el valor agregado que se mantuvo en el ámbito local, lo mismo pasaría con el valor total que se mantiene localmente. En cualquier caso, cuando un alto porcentaje de software propietario lleva a un alto valor agregado absoluto mantenido en el ámbito local en forma de, por ejemplo, comisiones por ventas, esto sólo indica (incluso) el valor absoluto más elevado que no mantienen las empresas locales.

7.5.4. El software libre puede impulsar el uso de las TICs y la innovación en las PyMEs

Si bien no existen suficientes datos referentes al impacto del software libre sobre las PyMEs en una gran región como Europa, excepto para indicar que entre los usuarios existentes de las TICs, las PyMEs (y las autoridades de gobiernos pequeños) algunas veces parecen dejar atrás el uso de organizaciones en software libre más grandes (véase sección 6.2.1 para mayores detalles). Este hecho puede deberse, en parte, a un efecto estadístico, provocado por la (alta) distribución asimétrica de las organizaciones (las PyMEs representan el 80% o más de las organizaciones en varios sectores). Por otra parte, esta situación también parece presentarse debido a una renuncia a migrar a un nuevo software, además de, la falta de conciencia (como se demostró con el sorprendentemente alto porcentaje del 30% de “usuarios que desconocen” el software libre entre las autoridades gubernamentales en Europa, principalmente entre las pequeñas organizaciones, como lo reveló la encuesta *FLOSSPLS*). De hecho, las PyMEs han sido halladas en una serie de estudios previos a fin de demostrar la renuncia a adoptar nuevos sistemas TICs en general⁵⁷.

Cabe señalar que, si bien las PyMEs en algunas áreas pueden demorarse en el uso del software libre, este no es un fenómeno uniforme. Por ejemplo, incluso en términos de la adopción del escritorio Linux, las pequeñas y grandes empresas van delante, mientras que las empresas medianas y las muy grandes son las que tienen una penetración inferior, como lo muestra la Figura

⁵⁷ Ver ejemplo en Arundel, A; Sonntag V. *Patterns of Advanced Manufacturing Technology (AMT) Use in Canadian Manufacturing* (Patrones/modelos de Avanzada Tecnología (AMT) usados en la fábrica canadiense): 1998 Resultados de la encuesta AMT. Informe para SIEID, *Statistics Canada*, trabajo de investigación de SIEID 88F0017MIE, N° 12, noviembre 2001.

9.

También, una serie de áreas muestra que las PyMEs lideran en términos de adopción y provisión de servicios de software libre. La red *Zea* de las principales PyMEs europeas, *Zope* y *Plone*, que comercian con sistemas de gestión de contenidos y con servicios de software de aplicación señalan: “la naturaleza de la prestación de los servicios de software libre en [su] campo (tarea intensiva y compleja) es la base del desarrollo de un próspero ecosistema de micro PyMEs.” La mayoría de las empresas en la red *Zea* tienen de 3 a 8 empleados, algunas veces hasta 30 personas. Estas empresas también encuentran que la adopción del software libre está impulsada por las PyMEs. De hecho, esta situación refleja la naturaleza del mercado de la TI que, como señala IDC⁵⁸, es “la mayoría de las pequeñas empresas venden a las pequeñas empresas”, con las PyMEs algunas grandes empresas (de más de 500 empleados) dan cuentas del 55% de los gastos de TI y el 70% del empleo en TI.

En términos de beneficios específicos para las PyMEs, los datos de la encuesta FLOSSPOLS muestran que las organizaciones más pequeñas, especialmente con departamentos de administración de las TICs muy pequeños, tienden a usar aplicaciones de software libre con más frecuencia que las organizaciones más grandes, sobre todo cuando no tienen conocimiento del software de código abierto. Es decir, cuando usan aplicaciones como Linux, Apache o MySQL porque creen que estas aplicaciones son “gratuitas”, mientras no se dan cuenta (todavía) que se trata de aplicaciones de software libre. Lo que llamamos “usuarios que desconocen” parece estar impulsados por la presión en cuanto a costos, lo que indica que para las PyMEs, en particular, las ventajas de bajo costos del software libre pueden ser importantes, aunque la conciencia y las habilidades en TICs pueden ser relativamente bajas. Sin embargo, aumentar el uso del software libre conduce a la familiarización con los productos y a una conciencia de sus propiedades más allá de cero tasas por licencia (incluyendo la capacidad personalizar y la existencia de una gran comunidad de apoyo). Este hecho puede dar lugar a las mejoras de las habilidades, como se mencionó anteriormente.

Para las PyMEs que no cuentan con una amplia utilización de las TICs; sin embargo (y esta situación aplica a sectores importantes y regiones de la economía), ciertas pruebas provenientes del informe inicial de MERIT referente al impacto de las políticas de las TICs/software libre del

⁵⁸ IDC, 2006. “*The economic impact of IT, software and the Microsoft ecosystem on the European Union, Croatia, Norway and Switzerland*”, Junio.

gobierno regional de Extremadura⁵⁹ sobre las empresas locales, demuestran que España es instructiva. Existe una clara indicación de que, si bien el uso del software libre no puede en sí mismo llevar al crecimiento de la economía, la disponibilidad del software libre impulsa a las TICs (no siempre el software libre) a la adopción entre las PyMEs.

Por otra parte, se encontró una importante conexión entre el desempeño de las TICs en las empresas y el rol del software libre. Hubo una marcada evidencia de que el desempeño efectivo de las TICs, junto con el rol del software libre es que cuenta en términos de mejoramiento del desempeño de las empresas: el promedio anterior del desempeño de las empresas con respecto al desempeño de las TICs y al software libre respalda el puntaje promedio exhibido anteriormente con respecto a la participación en el mercado, el flujo de caja y el retorno de la inversión.

Este desempeño parece estar impulsado por la importancia que se le da a la innovación, además de, una estrecha relación entre el uso de las TICs, junto con el uso del software libre, los empleados capacitados y el grado de innovación. Por lo tanto, detrás de la importancia de las TICs en general (que resulta un indicador más importante en comparación con otras empresas que tienen un menor uso de las TICs), el apoyo al software libre parece ser parte de la explicación del desempeño actual de las TICs, junto con el nivel educativo de los empleados. La conclusión fue que el asunto del desempeño de las TICs, el apoyo al software libre y el logro del nivel educativo son igualmente importantes para su desempeño.

En particular, una serie de pequeñas empresas locales han surgido para apoyar y desarrollar aplicaciones de software libre, vender hardware basado en software libre (en particular, la versión de Linux de Extremadura llamada GNU/LinEx). Algunas de estas empresas también desarrollan software nuevo, como *FacturLinex*, un sistema de software libre para facturación de mercancía y de servicio desarrollado por una microempresa local y usado en muchas tiendas en Extremadura y cuyo uso se incrementa cada vez más en España. En entrevistas con MERIT, los clientes de pequeñas empresas en Extremadura han expresado una preferencia por el uso del software desarrollado (o ayudado a desarrollar) por una pequeña empresa, ya que sienten que tendrán un mejor apoyo y una atención personalizada, mientras que una empresa grande con un producto propietario no puede estar dispuesto o ser capaz de atender a sus necesidades específicas.

⁵⁹ Dunnewijk, Theo y García, Abraham, 2005. *The economic impact of ICT policies in Extremadura*. FUNDECYT/Junta de Extremadura, Badajoz, España.

Cabe señalar que el modelo de Extremadura ya ha sido duplicado en otras regiones, especialmente en España, como el más grande de Andalucía, donde alrededor de 400.000 escritorios están ejecutando una versión localizada del sistema operativo de software libre GNU/Linux, que también es la plataforma estándar (como con Extremadura) para bibliotecas y centros de inclusión digital. Como lo promovió Extremadura, que utilizó a la política regional en apoyo al software libre a fin de alentar/promover a las PyMEs locales para proporcionar los servicios TICs, Andalucía también está desarrollando una política regional para inducir el desarrollo económico a causa de que las PyMEs retengan un mayor promedio del valor agregado local.

Por último, las administraciones públicas más pequeñas, como las PyMEs (y a menudo, con las PyMEs) trabajan juntas para desarrollar soluciones innovadoras basadas en software libre. Este tipo de "agrupación" entre las organizaciones (grandes y pequeñas) del sector público puede dar lugar a importantes mejoras del servicio y al ahorro de costos, como lo señaló el estudio "*Pooling Open Source Software*" publicado por la Comisión Europea⁶⁰. El proyecto *CommunesPlone*⁶¹ es un ejemplo de este hecho: se trató de una iniciativa dentro de los gobiernos locales (en Bélgica). Después de un año de existencia, más de 12 gobiernos locales se involucraron en el proyecto, compartiendo públicamente aplicaciones de software libre basadas en la plataforma de gestión de contenidos *Plone* (con el apoyo de las PyMEs miembros de la red de *Zea*). El proyecto ya ha despertado el interés en varios países de la Unión Europea y en el extranjero⁶², y destaca el potencial de innovación en software libre que el proyecto puede proporcionar a la administración pública. Su impacto es inusual en términos de oportunidad para la innovación, estandarización y economía de escala, además en la adquisición de la independencia de los grandes proveedores de TI.

7.5.5. El software libre puede impulsar el crecimiento de las PyMEs

Existen pocos datos disponibles en cuanto al número de nuevas empresas creadas para apoyar software libre. El software libre no es una categoría específica de las empresas, la mayoría

⁶⁰ Schmitz, Patrice-Emmanuel & Castiaux, Sebastien. 2002. *Pooling open Source software*. Dirección General de Empresas e Industrias de la Comisión Europea (Intercambio electrónico de Datos entre Administraciones, IDA). En el sitio web: <http://europa.eu.int/idabc/en/document/2623#feasibility>

⁶¹ www.communesplone.org

⁶² Como se informó en el sitio web de la Comisión Europea
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

de las nuevas empresas de software libre son PyMEs acerca de las cuales, en general, no hay datos disponibles; además, la mayoría de las empresas de software libre es posible que hayan apoyado previamente otros sistemas TICs (o que sigan haciéndolo).

La estructura de la red de colaboración utilizada por varias PyMEs de software libre implica que los grupos formalizados se enlazan a una red cada vez menos estrechamente relacionadas a las PyMEs. Por ejemplo, el ecosistema de empresas *Plone/Zope* es mucho más amplio que la propia asociación *Zea*. Las PyMEs y las personas que participan en este ecosistema son empresas prósperas y en crecimiento. Un estimado basado en los datos de acceso público (las listas de los proveedores de servicios de *Zope*) establecería un límite inferior de alrededor de 500 PyMEs de todo el mundo que, de manera exclusiva, prestan servicios y consultoría basados en *Zope* y *Plone*. La cifra real podría ser mayor, ya que algunas de las PyMEs no hacen publicidad a las marcas de software libre, pero se centran en la prestación de servicios personalizados. El software personalizado representar la mayor parte del software en Europa (el 52% frente al 27% *in-house* y un 19% de los paquetes de software propietario) y una gran parte de EE.UU. (el 41% frente al 43% de software *in-house*). Como la mayoría de los proveedores de servicios TI (y el 70% del empleo en la industria de la TI en Europa, según la IDC⁶³) están en las PyMEs, existe un importante potencial de crecimiento para las PyMEs como proveedores de servicios de software personalizado de acuerdo con el creciente aumento del uso del software libre.

Por consiguiente, existen varias maneras de definir a una empresa “relacionada con el software libre”. Una definición consideraría como una empresa relacionada con el software libre a cualquier tipo de empresa que provea cualquier tipo de asistencia en software libre, en términos de productos o servicios. Dado que algunos estudios demuestran que alrededor del 20% de las organizaciones en Europa tienen un uso importante del software, mientras que, ciertas estimaciones (Figura 60: Estimación de la "verdadera" inversión en software, porcentaje del PIB) muestran que el promedio de software libre del total de la inversión en software aumentará alrededor del 31% para el año 2010, podemos estimar que el porcentaje de empresas de software que están relacionadas con el software libre es similar, pasando del 20% (es decir, 97.000 empresas, que siguen la cifra total de la industria de software de la *Eurostat*^v de 485.000 empresas en el año 2005) a 225.000 empresas

⁶³ Empresas con menos de 500 empleados representan el 70% de los empleos de la industria de la TI, se incluyen pequeñas empresas no PyMEs con entre 250 y 500 empleados. IDC, 2006. “*The economic impact of IT, software and the Microsoft ecosystem on the European Union, Croatia, Norway and Switzerland*” (El impacto económico de IT, software de Microsoft y el ecosistema de la Unión Europea, Croacia, Noruega y Suiza), de junio.

para el año 2010. Teniendo en cuenta que el 54% de las empresas que emplean a los desarrolladores de software poseen software libre en la producción y, que en todo el mundo, el 71% de los desarrolladores usa software libre⁶⁴, mientras que el 68% de las empresas de los sectores fuertes de la TI en Europa incorporan software libre en sus propios productos basados en software⁶⁵; resulta aproximada nuestra estimación del número de empresas que producen o se basan en software libre.

Otro enfoque relacionaría, de manera más estrecha, el número (y la definición) de las empresas “relacionadas con el software libre” con las personas particulares que participan en proyectos de software libre, la mayoría de los cuales obtienen ingresos relacionados con el software libre⁶⁶, directa o indirectamente, para la administración, el apoyo o el desarrollo del software libre. En vista de que existen más de 407.000 empresas en todo el mundo participantes activas del software libre de Europa, que aumentan en un 20% cada año, significa que había alrededor de 204.000 participantes remunerados por software libre en Europa en el año 2006, lo que llegará a más de 600.000 para el año 2010. Este hecho supone un aumento gradual de la proporción de participantes del software libre que son remunerados.

Teniendo en cuenta que alrededor del 36% de los ingresos relacionados con el software libre que obtienen los desarrolladores son trabajadores autónomos⁶⁷, se puede estimar que existen alrededor de 73.000 empleados en las PyMEs, (micro) empresas, relacionadas con el software libre, cifra que actualmente van en aumento a más de 216.000 empleados para el año 2010.

Cabe señalar que el software libre permite a las PyMEs desempeñar un rol excepcional. Aunque el valor principal del software libre para las PyMEs pueden ser permitir a estas que mantengan una mayor proporción del valor agregado en el ámbito local, el software libre también permite a las PyMEs crear productos y servicios que lleguen a una audiencia global. El modelo de

⁶⁴ IDC 2006, “*Open Source in Global Software: Market Impact, Disruption, and Business Models*” (Código abierto en el software mundial: impacto en el mercado, obstáculos y modelos de negocio).

⁶⁵ Ver Figura 50: Uso del software libre para productos y operaciones de software, por sector. Pág. 114

⁶⁶ Según la encuesta a desarrolladores del software libre del año 2002, el 49% de todos los desarrolladores obtienen ingresos de las actividades de software libre que realizan; de acuerdo con la encuesta *FLOSSPOLs* del año 2005, la mencionada cifra es de 54%. Mientras que según la encuesta mundial de software libre de países en Asia, África, América Latina y Europa sur oriental, la cifra es de 51%, lo que quizás refleje el hecho de que estos desarrolladores se unieron a la comunidad del software libre aproximadamente tres años después que los desarrolladores de las muestras de las dos primeras encuestas mencionadas.

⁶⁷ Aplicamos un aproximado de la proporción de asalariados de la encuesta a desarrolladores del software libre del año 2002 a la población actual, además del proyecto de una proporción basada en el crecimiento de la población de las encuestas desde el año 2002 al año 2005 sobre las proyecciones de la población para el año 2010.

negocio del software libre reduce considerablemente los costos de comercialización de las empresas desarrolladoras (MySQL logró el reconocimiento en todo el mundo gracias al software modificable y de acceso público, no a través de un presupuesto de mercado). Este hecho permite a las PyMEs innovadoras crecer rápidamente hasta llegar a un mercado mundial de servicios, con un requerimiento de capital mucho menor debido a la disminución de los costos de comercialización. Esta situación no sólo se aplica al propio software. "JBoss sigue el modelo de apoyo", dice un capitalista de riesgo y uno de los principales inversores en la empresa⁶⁸. Sin embargo, JBoss realmente no necesita hacer publicidad de sí misma como un proveedor de asistencia técnica. Si bien varias empresas (entre ellas ciertas empresas muy grandes) proporcionan apoyo a JBoss, es natural que las personas consideren solicitar el apoyo de JBoss. La marca de aplicación de software se ha desarrollado a bajo costo gracias al modelo de distribución y desarrollo del software libre, además, a través de otras fuentes de ingresos (provenientes de todas partes del mundo).

Esta propiedad del software libre explica cómo las PyMEs de software libre originadas de los desarrolladores europeos de software libre han alcanzado la fama mundial y el liderazgo en el mercado, tales como *MySQL*, *JBoss* y *Trolltech* (aunque dos de ellas a diversos grados necesitaron a los Estados Unidos como sede para sus empresas⁶⁹).

⁶⁸ David Skok, *General Partner and Matrix Partners*. Entrevistado por Jeremy Geelan en el *Java Developer's Journal* (Revista de desarrolladores Java), Volumen 9, número 4 (abril 2004).

⁶⁹ *Jboss* fue fundada y financiada en los Estados Unidos, *MySQL* fue fundada en Suecia donde mantiene muchas de sus operaciones; sin embargo, trasladó su sede a *Silicon Valley* (Valle del Silicio, California, Estados Unidos). Por su parte, *Trolltech*, aún mantiene su sede en Oslo, Noruega.

7.6. Beneficios para el usuario: la interoperabilidad, productividad y ahorro de costos

Actualmente existen varios estudios sobre el Costo Total de Propiedad (TCO, por sus siglas en inglés) para los diferentes dominios de aplicación de software, al comparar los productos específicos de software propietario con soluciones alternativas de código abierto. Además, se han desarrollado una serie de planes específicos (especialmente en el sector público) para la identificación de métodos, riesgos y beneficios de migrar de soluciones propietarias a soluciones de código abierto (en particular, el plan de migración a código abierto de la República Federal de Alemania, los planes de migración elaborados por ATICA/ADAE en Francia y la Unión de Provincias Italianas).

Cabe señalar que la mayoría de los debates acerca de si el software de código abierto ofrece o no beneficios de costos frente al software propietario se basan en dos nociones defectuosas: por una parte, que los costos son, a corto plazo en lugar de a largo plazo, a través de múltiples ciclos de producción; y por otra parte, que los costos salariales son necesariamente elevados en relación con los costos de licencia de los productos. Un modelo de estimación de costos basado únicamente en los costos salariales para soporte y mantenimiento, junto con un costo antiguo de la licencia del producto (un enfoque común a la mayoría de los estudios TCO) no tienen en cuenta el alto costo del impacto sobre el bloqueo a los proveedores que resulta del uso del software propietario que, por lo

general, no admite (o no promueve) la utilización de estándares abiertos, lo que obliga a los consumidores a un perpetuo ciclo de reemplazo de las nuevas versiones de productos y de las tasas de licencia adicionales. Además de este hecho, existen varios costos adicionales implícitos en el uso del software de un proveedor específico y de los formatos de datos, como los requerimientos específicos de hardware que se escapan del control de los usuarios. Según la encuesta FLOSSPOLS (FLOSSPOLS survey) de 955 administraciones del sector público, se advierte que los usuarios están muy conscientes de los asuntos a largo plazo y la relación entre la interoperabilidad (estándares abiertos), el software libre y el bloqueo a los proveedores, además, se deriva de la mencionada encuesta que un sentido de dependencia de los proveedores conduce al interés por aumentar la adopción de software libre (véase la Figura 45). Esta situación no se limita ni al sector público ni a los nuevos sectores (en la encuesta a usuarios del software libre de las empresas y organizaciones del sector público del año 2002, se encontró que el 30% está "totalmente" de acuerdo y otro 26% "algo" de acuerdo con que la independencia de las políticas de precios y licencias de las compañías de software, esta fue una de las razones que los llevó a usar software libre.

Figura 45: La dependencia de proveedores a largo plazo impulsa a la adopción de software libre

	¿Resulta útil/necesario incrementar el porcentaje de software libre en su organización?		
¿Demasiado dependiente de los proveedores?	Si	No	Media/promedio
Si	53%	30%	44%
No	43%	66%	49%

Copyright ©2005 MERIT. Fuente: Encuesta gubernamental FLOSSPOLS (FLOSSPOLS Government survey)

Al igual que el asunto de la dependencia de proveedores, otro conductor de la adopción de software libre es la creciente demanda de interoperabilidad del software y de estándares abiertos. La Tabla 18 muestra que, en el sector público europeo, los usuarios conscientes⁷⁰ del software libre muestran la mayor demanda de software interoperable (definido aquí como "la compatibilidad con otro software proveniente de otros productores", comparada con la "compatibilidad con la familia de productos [del mismo vendedor]"). No obstante, incluso entre los no usuarios el 50% dice que solicitan software interoperable. Así pues, aunque la interoperabilidad y los estándares abiertos no

⁷⁰ En la encuesta de FLOSSPOLS del año 2005 de 955 autoridades públicas en toda Europa, encontramos que mientras aproximadamente la mitad de todas las autoridades públicas tuvieron algún uso de software libre (a los que nos referimos como usuarios que conocen), más de un 30% reportó que usan aplicaciones de software libre específicas, pero afirmaron no usar software de código abierto o *free* software (a este grupo nos referimos como usuarios que desconocen).

sean características exclusivas del software libre, para los usuarios se les asocia con el software libre. La demanda de software libre va en consonancia con una creciente demanda de interoperabilidad.

Tabla 18: La interoperabilidad como motor del software libre

		Uso del software libre en las organizaciones	
		Usuarios del software libre	No usuarios
¿Qué es lo que Ud. considera más importante al momento de comprar software?	La compatibilidad con el software de la familia de productos que ya usa	25.9%	38.8%
	La compatibilidad con el software proveniente de otras familias y otros productores	66.5%	49.5%
	No se	7.6%	11.7%
	TOTAL	100%	100%

Copyright ©2005 MERIT. Fuente: Encuesta gubernamental FLOSSPOLs. Excluidos los usuarios que desconocen el software libre

Cabe señalar que los costos de compatibilidad puede ser un factor importante a pesar de la migración al software libre. La migración a una aplicación de software libre puede reducir la compatibilidad con aplicaciones que tienen una posición dominante en el mercado, si las primeras aplicaciones no apoyan realmente los estándares abiertos. De hecho, en un principio la pérdida en términos de compatibilidad puede ser importante. Lo que resulta una razón importante en contra de la migración al software libre, y puede incluso dar lugar a una migración inversa.

Un ejemplo evidente es el caso de la Policía Central de Escocia, que después del año 2000

había migrado a *Linux* y *StarOffice* (una versión personalizada de la aplicación de software libre *OpenOffice*) y en el año 2005 decidió volver a migrar a *Microsoft Windows* y *Office*. Si bien se mencionaron como una razón los bajos costos, esta decisión estuvo claramente vinculada a los problemas de compatibilidad: "En vista de que está creciendo la necesidad de una mayor integración y compatibilidad con otros organismos de justicia penal y la comunidad, se hace más importante el valor de infraestructuras similares", dijo el jefe de las TICs David Stirling⁷¹. Stirling señaló que cuando su institución recibía las aplicaciones de otros departamentos de policía, tenían que ser adaptadas a fin de que funcionaran en el entorno de software libre que utilizaba para ese momento la Policía Central de Escocia, además señaló, que el organismo necesita su sistema para trabajar sin problemas con los otros organismos y los departamentos de justicia penal. Las otras siete jurisdicciones de la policía de Escocia utilizan Microsoft para sus escritorio y capas de aplicaciones, afirmó Stirling. Si el software utilizado por otras organizaciones soportara la interoperabilidad con estándares abiertos, esto no habría sido un problema.

Este ejemplo subraya claramente cómo los costos de compatibilidad, mientras un costo importante en la migración, destacan uno de los aspectos más negativos del software propietario: la dependencia de los estándares propietarios a fin de lograr el bloqueo a los proveedores. Aunque técnicamente nada impide que los proveedores de software propietario adopten estándares abiertos, hay suficientes razones comerciales para no hacerlo; ya que, por definición, esta situación reduciría las pérdidas a los usuarios en términos de compatibilidad. Al reducir el efecto del a los proveedores de los estándares propietarios, los proveedores de software propietario que realmente adoptan los estándares abiertos hacen que la migración a otros sistemas sea más fácil, lo que por supuesto, resulta conveniente para los consumidores, pero no necesariamente favorable (al menos a corto plazo) para el proveedor de software propietario. Así que, por un lado, cuando la compatibilidad pierde el costo, este debe ser incluido en el costo de una migración al software libre; sin embargo, este costo destaca la estrategia del bloqueo de las empresas de software propietario, además, este costo reduciría con una mayor adopción del software libre. Por otro lado, si los proveedores de software propietario aumentan su adopción de estándares abiertos y el soporte a la interoperabilidad, no se perdería la compatibilidad en la migración y, por lo tanto, reduciría el costo de la migración.

⁷¹ Citado de Simons, Mark. 2005. "Scottish police give open source the boot" *Computerweekly.com*, agosto 11. Disponible en el sitio web <http://www.computerweekly.com/Articles/2005/08/11/211337/Scottishpolicegiveopensourcetheboot.html>
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

El tema de las pérdidas de compatibilidad se podría tratar más a fondo. Se puede decir que, las pérdidas de compatibilidad, y las pérdidas causadas por la migración en general, pueden dividirse en dos categorías: las pérdidas sufridas por migrar a un nuevo sistema específico, y las pérdidas sufridas por emigrar de un sistema utilizado actualmente. Las pérdidas de compatibilidad están en la última categoría, al migrar a cualquier otro sistema alternativo se daría lugar a las pérdidas de compatibilidad (suponiendo el uso de los estándares propietarios, sin lo que las pérdidas de compatibilidad no se producen). Tales *costos de salida*⁷² deben ser evaluados como parte del costo del sistema actual y no del sistema futuro. Cualquier producto que reduzca la elección del consumidor de cambiar a otro producto debe ser evaluado al mantener el equilibrio entre el futuro costo de salida y cualquier otro beneficio del producto. Un sistema que está diseñado para proporcionar a los usuarios la opción de migrar a un determinado proveedor, tiene un costo de salida mucho menor que un sistema que está diseñado para asegurar que el usuario se enfrente a una opción de migración cada vez más costosa. Este costo de salida se puede compensar cualquier otro beneficio de un sistema dado y debería ser tomado en cuenta.

Además, la hipótesis de los modelos del total de costo propiedad que supone que los costos laborales (por soporte y mantenimiento) son muy superiores a las tasas de licencia como parte del total de costo propiedad puede ser cierta en mercados de alto costo; sin embargo, en las regiones menos ricas de la Unión Europea y más allá, este no es el caso. No sólo los costos laborales para soporte de software libre puede disminuir a largo plazo debido a la reducción de las barreras de entrada y el desarrollo de habilidades (como se explica en la sección anterior sobre las capacidades y el futuro potencial económico), sino que donde los costos laborales (y el PIB per capita) son bajos, el total del costo relativo de las tasas de licencia por sí solas es mucho mayor, y el argumento se inclina favorablemente hacia soluciones de software libre.

Mientras tanto, desde la perspectiva del usuario, el software libre tiene el potencial de contribuir con los ahorros de costos y de cambiar las estructuras de costos y la productividad del uso de las TICs. Sin embargo, este hecho requiere ser cuantificado. Migrar a una nueva solución de software puede ser una decisión arriesgada que puede tener un fuerte impacto sobre la economía de una empresa. Resulta un deber que cada organización realice un análisis profundo de los riesgos y los costos que conlleva el pasar a una solución de software libre. Lamentablemente, no todas las

⁷² El término probablemente fue utilizado por primera vez en este contexto por Simon Phipps, ahora en *Sun Microsystems*.

empresas pueden permitirse tales consideraciones. Nuestro informe, por lo tanto, ha creado un instrumento de guía en este proceso de toma de decisiones y para ayudar a sacar conclusiones sobre la base de estudios innovadores referentes a costos, uso del tiempo y productividad, comparando directamente la eficiencia del trabajo de los usuarios finales con aplicaciones propietarias específicas y con aplicaciones de software libre.

Este estudio se basa en los datos y la metodología provenientes de, entre otros, el proyecto COSPA apoyado por el FP6 (6to Programa Marco de investigación) de la Comisión Europea, en el que se analiza el tiempo que los usuarios finales dedican para realizar tareas similares con diferentes aplicaciones de software (libre y propietario); así como los estudios de casos detallados del TCO y del costo de la migración de una cantidad de organizaciones. Si bien los resultados completos se incluyen en el Apéndice 2: “Informe sobre el nivel de productividad del usuario y el costo relativo del software libre/propietario”, las conclusiones se resumen aquí.

La principal novedad de este estudio consiste en un marco detallado que no está limitado a los parámetros del TCO, mediante la comparación de las organizaciones europeas en los diferentes países. Muchos de los estudios conocidos sobre migraciones a software libre; por ejemplo, varios estudios publicados sobre el TCO o la larga lista de informes de casos publicados por el Observatorio de Código Abierto (OSS, por sus siglas en inglés) de la IDABC de la Comisión Europea⁷³ son simples estudios de organización. La ventaja de usar un estudio comparativo es evidente: los métodos y los instrumentos han sido validados en diferentes contextos resultando más estables y fiables.

Otra perspectiva fundamental de este informe es el énfasis en el uso de herramientas de ofimática. Muchos de los estudios conocidos se refieren principalmente a los sistemas operativos⁷⁴ y, a menudo, a la migración a office. En nuestro estudio, principalmente controlamos el software ampliamente distribuido y utilizado por los clientes como las suites ofimáticas. Así pues, hemos

⁷³ Lista de informes sobre la adopción de software de código abierto disponible en el sitio web de la IDABC. <http://ec.europa.eu/idabc/en/chapter/470>

⁷⁴ Por ejemplo; *Yankee Group*, 2005 *North American Linux and Windows TCO Comparison* (abril 2005); *Heidenhem District Office eGovernment Services Case Study* (septiembre 2005) (*Windows chosen over Linux based on TCO*). *Gartner Research Group*, *Costs and Benefits Still Favor Windows Over Linux Among Midsize Businesses*, (octubre 2005); *Yankee Group*, *Microsoft - The Dominant Vendor in the SMB and Mid-Market Applications and Platform Ecosystem* (diciembre 2005). Informe de Microsoft “*Get the Facts on Windows Server and Linux*”; Joel West y Jason Dedrick, *Scope and Timing of Deployment: Moderators of Organizational Adoption of the Linux Server Platform*, *International Journal of IT Standards Research* 4, 2 (julio 2006)

podido probar realmente el impacto de las nuevas tecnologías sobre los usuarios finales que no son expertos. Más de 6.000 ordenadores migraron a *OpenOffice.org*. Se ha llevado a cabo una comparativa del uso de las dos suites *Microsoft Office* y *OpenOffice.org* luego de un período de capacitación de los usuarios a fin de alcanzar el mismo nivel de conocimiento de la anterior solución ofimática.

Además, el estudio se ha llevado a cabo con el uso de una herramienta automatizada no invasiva a fin de reunir el tiempo y el uso de archivos con el fin de respetar y no abrumar la labor diaria de los usuarios finales; los estudios de TCO no suelen considerar la productividad del usuario, ciertamente, no a un nivel muy detallado de la medición que se utilizó en este informe. La objetividad de una herramienta automatizada trabaja a fondo y reduce los efectos de la subjetividad que pudiera surgir de los cuestionarios de otros instrumentos manuales de recopilación de datos.

Otro aspecto importante de nuestro informe se refiere a la división exacta de los costos de migración y los costos de propiedad, que tienden a ser confundidos por los estudios de TCO. Los costos de migración tienen una naturaleza imprevisible (y temporal, antigua) mientras que los costos de propiedad refieren el uso a largo plazo de una solución de software. En particular, en nuestro informe no se han utilizado los costos de licencia para comparar al software libre con el software propietario, puesto que los factores como la inflación y la demanda del mercado pueden afectar tal comparación. De cualquier modo, se recogieron y se exponen los datos sobre estos costos a fin de complementar (Tabla 20).

Por otra parte, en nuestro análisis también se han recolectado los costos por capacitación, ya que en la migración estos costos pueden ser mucho mayores. Sin embargo, existen dos aspectos a considerar. En primer lugar, que la capacitación formal que se desempeña en una migración a una suite ofimática resulta un valor agregado. Este hecho se debe a que la formación para las suites de oficina que se emplea actualmente dentro de una organización suele ser una auto-formación. Así que, muy a menudo, la capacitación informal que se emplea actualmente para las soluciones de oficina en realidad se presta a los usuarios finales. Y en segundo lugar, que la formación inicial que se ofrece al momento de una migración, a menudo, representa la primera vez que se puede proporcionar una capacitación. Además, la capacitación que se ofrece al momento de la migración reduce la necesidad de la formación a largo plazo, lo que disminuye también los costos de propiedad.

Nuestro análisis se ha realizado en seis organizaciones en diferentes países europeos. La mayoría de ellas son organismos públicos. Las organizaciones han seguido distintos tipos de migración sobre la base de su contexto.

Hemos investigado los costos de la migración y el costo de propiedad de la solución anterior y la nueva solución, estableciendo una diferencia entre los costos de adquisición y los costos de propiedad de las soluciones de software. Se ha puesto especial atención sobre el carácter intangible de los costos. Los costos se han clasificado en categorías que se definen a través de los estudios existentes y se seleccionan por un enfoque *top-down* llamado enfoque *Goal Question Metric* (GQM, siglas en inglés, objetivo-pregunta-métrica). Este instrumento también se usó para definir los cuestionarios de recolección de datos.

El modelo definido para cada organización se compone de un conjunto de valores de costos de la migración, para la compra inicial y para la propiedad. Los costos de la migración se etiquetan como tangibles o intangibles y se subdividen en cuatro macro categorías. Los costos de propiedad se calculan sobre la base anual y se deducen por un control o una predicción de cálculo en un plazo de cinco años.

Nuestros resultados muestran que, en casi todos los casos, la transición hacia el código abierto reporta ahorros (a largo plazo) de los costos de propiedad de los productos de software.

La Tabla 19 muestra el modelo de costos de migración para cada organización. La mayoría de los costos de migración se refiere a *OpenOffice.org* (OOo, por sus siglas en inglés).

Tabla 19: Modelo de costos de migración de cada organización por categoría (Keuro)⁷⁵

PA	Software (€K) Tang. Intang.	Soporte (€K) Tang. Intang.	Capacitación/aprendizaje (€K) Tang. Intang.	Dotación de personal (€K) Tang. Intang.	Total (€K) Tang. Intang.
SGV	€39.5K 82% 18%	€82K 40% 60%	€292K 92% 8%	€246K 0% 100%	€660K 51% 49%
Extremadura	€0 -	€680K 26% 74%	€180K 100% 0%	€100K 100% 0%	€960K 48% 52%
PP	€99K	€32.5K	€61K	€7K	€199K

⁷⁵ BH y ProBZ no suministraron estos datos
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

	96% 4%	77% 23%	0% 100%	0% 100%	60% 40%
SK	€0.01K	€0.83K	€3.07K	€0.075K	€3.985K
	100% 0%	28% 72%	27% 73%	0% 100%	27% 73%
TO	€20K	€53K	€233.5K	€33K	€339.5K
	0% 100%	62% 38%	57% 43%	0% 100%	49% 51%

Los costos de propiedad se comparan en la pre y post configuración del software a fin de determinar si se ha generado algún tipo de ahorro o no (Tabla19 y Tabla 20).

Tabla 20: Modelo de comparación de costos de propiedad en las organizaciones

PA	Soluciones de software de código abierto		Soluciones de software de código cerrado comparables	
	Costo de compra inicial	Costo anual por 5 años	Costo de compra inicial	Costo anual por 5 años
SGV	€240K	€170K	€800K	€179K
Extremadura	€1.140K	€270K	€6.0K	
PP	€7.1K	€3.4K	€25.6K	€2K
SK	€0.7K	€2.4K	€23.1K	€2.4K
TO	---	---	€31K	€11.3K
BH (Fase 1)	€68K	€45K	€735K	€169.6K

Al comparar ambas Tablas encontramos que:

- Los costos de migración son importante y comparativamente más altos que los costos de propiedad anuales (los costos de migración también se producen a corto plazo), lo que significa que la transición requiere de un esfuerzo monetario excepcional.
- Los costos de compra iniciales resultan definitivamente superiores para soluciones cerradas.

- Los costos de mantenimiento son comparables en ambas soluciones, aunque la configuración del software libre a veces es más cara. Esta conclusión puede estar parcializada por el hecho de que los costos para las soluciones cerradas son reales siempre y cuando los costos de soluciones abiertas se basen en previsiones iniciales. La previsión inicial aún puede ser influenciada por los costos imprevisibles de la transición.

Tabla 21: Ahorro debido a la migración⁷⁶

PA	Ahorros de la migración a software de código abierto (OSS)	
	Ahorros en el costo de compra inicial	Ahorros anuales por 5 años
SGV	√	√
Extremadura	√	√
PP	√	----
SK	√	√
TO	√	√
BH	√	√

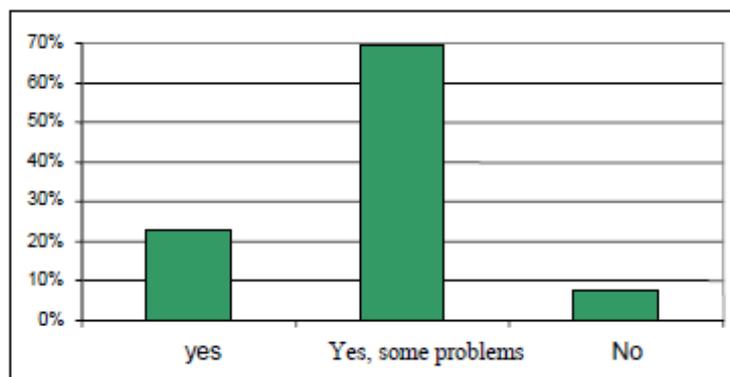
Los ahorros para la nueva solución abierta se han calculado por la predicción de los datos del primer año de propiedad y los datos históricos, ya que, aún no ha sido alcanzado el período de cinco años de propiedad del software libre. Todas las organizaciones advierten importantes tasas de ahorros iniciales de debido a la ausencia de costos de licencias. El beneficio a largo plazo no es tan evidente: *SGV*, *BH*, *Extremadura* y *TO* revelan ganar con la nueva solución. La *SK* anunció costos equivalentes para las soluciones nuevas y las anteriores, la *PP* revela costos superiores con la nueva solución abierta a largo plazo (véase la sección relativa a la Provincia de Pisa).

⁷⁶ *ProBZ* no ha suministrado estos datos. *BH* ha migrado en dos fases. La fase 1 es la más importante y la usamos para nuestro análisis. *BH* recibió una generosa oferta de parte de *Microsoft* y en el año 2006 regresó a *Microsoft Office*.
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

También se investigó la productividad de los empleados al usar *Microsoft Office* y *OpenOffice.org*. Las suites ofimáticas se usan ampliamente y constituye un buen banco de pruebas representativo para una comparación de temas como el esfuerzo y tiempo invertido en la rutina diaria de trabajo. Los retrasos en la entrega de tareas pueden tener un impacto mayor que los costos sobre la gestión de la organización. Nuestros resultados no manifiestan retrasos particulares o pérdidas de tiempo en el trabajo diario debido al uso de *OpenOffice.org*.

Los resultados de este análisis de tiempo de uso muestran que no se ha encontrado ninguna variación estadísticamente significativa en la productividad medida del número de documentos tratados por día y el promedio de esfuerzo por documento en un período de 32 semanas entre los dos grupos aleatorios de usuarios, los que presentó *OpenOffice*, y los que se mantienen usando *Microsoft Office*. Esta situación, tal vez resulte sorprendente, ya que anteriormente los usuarios no estaban familiarizados con *OpenOffice*. De hecho, el grupo de usuarios también se preguntaba si como resultado de la experimentación podían realizar con *OpenOffice* la misma cantidad de trabajo que podían producir con *Microsoft Office*. Como se muestra en la Figura 46, menos del 10% de los encuestados pensaba que no podía, más del 20% pensaba que definitivamente podría desempeñarse con *OpenOffice*, mientras que casi el 60% pensó que podría ser muy productivo con *OpenOffice* aunque con algunos problemas (según lo confirmado por el análisis del tiempo de uso). Dada la falta de experiencia previa en *OpenOffice*, no es sorprendente el hecho de que los problemas se percibieran subjetivamente; sin embargo, es importante el hecho de que objetivamente la productividad de los usuarios siguió siendo la misma y no disminuyó.

Figura 46: ¿Puede ser Ud. tan productivo con *OpenOffice* como con *MS Office*? Respuestas del usuario



Fuente: BICST

7.7. La producción y servicios secundarios

Así como el impacto del software va mucho más allá de los productores de software, también lo hace el impacto del software libre. Al menos tres áreas se encuentran directamente relacionadas con el software libre: hardware, adquisición de software y servicios.

La IDC estima que el mercado mundial de compras de hardware y software⁷⁷ para Linux por sí solo aumentó de aproximadamente \$14 millardos (en hardware) y \$5 millardos (en software) en el año 2006 a \$22 millardos (en hardware) y \$14 millardos (hardware) para el año 2008, respectivamente.

7.7.1. Servicios relacionados con el software libre

En cuanto a los servicios, *Gartner Dataquest*⁷⁸ (empresa líder mundial en investigaciones y análisis de la tecnología informática global) estimó ingresos en servicios de TI en todo el mundo de \$624 millardos para el año 2005, de los cuales Europa, el Medio Oriente y África dieron cuentas de 173 mil millones de euros. Una definición amplia de los servicios impulsados por el software libre

⁷⁷ Software adquirido como JBoss y MySQL, que son software libre; sin embargo, los principales usuarios los encuentran como una alternativa adecuada a las aplicaciones propietarias, por las que hay que pagar de importantes sumas de dinero para servicios y soporte, a menudo a través de un modelo de suscripción.

⁷⁸ Junio 2006

incluiría ingresos de servicios que se refieren a la inversión de capital del software libre; es decir, los servicios para los sistemas de software libre, no exclusivamente aquellos que utilizan sólo software libre. Calculamos el valor nocional⁷⁹ de la inversión de capital en software libre en un 20% del total de la inversión en software actualmente (en Europa), incrementándose a un 31% (ver sección 9.1, "Tendencias: el uso del software en Europa y EE.UU.").

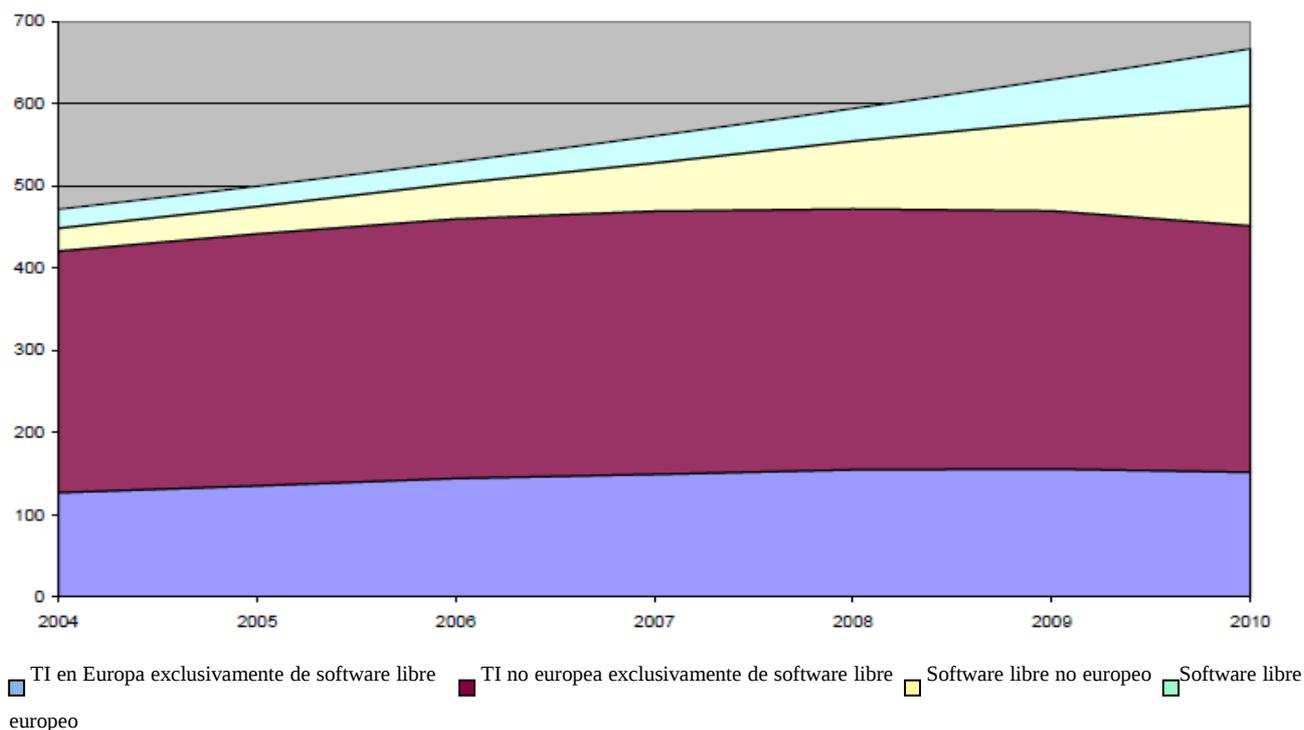
Suponiendo que el uso del software libre requiera de una cantidad de servicios similar a la requerida por el software propietario (algunos afirman que el software libre requiere de un mayor nivel de servicios⁸⁰), se puede estimar moderadamente que el mercado europeo de servicios de TI relacionados con el software libre, en la actualidad, es de 26 mil millones de euros, cifra que va en ascenso a 69 mil millones de euros para el año 2010, o del 16% al 31% del total del mercado de servicios de TI. Igualmente, el mercado mundial de servicios vinculados con el software libre puede estimarse en 74 millardos de euros, en aumento a 215 millardos de euros para el año 2010, o del 14% al 32% del total del mercado de servicios de TI.

Como se observa en la Figura 47, estimamos que los servicios vinculados con software libre dan cuentas de la mayor parte del crecimiento en servicios de TI en los próximos 5 años, con un promedio de software libre de los servicios TI aumentando a un ritmo más lento fuera de Europa que en Europa hasta el año 2008, cuando el aumento de la demanda relacionada con el software libre en Asia, en particular, resulta más rápido que el incremento de la demanda de servicios vinculados con software libre en Europa.

Figura 47: Ingresos relacionados con el software libre y los servicios de TI, en Europa y el resto del mundo

⁷⁹ Nocional, ya que el software libre no se adquiere a través de tasas de licencia.

⁸⁰ Aunque para el presente propósito estimamos el uso del software libre que genera ingresos de servicios similares al uso propietario equivalente, con un período de 2 años en relación con la proporción de software libre basada en los PCs y servidores en uso; además de, una tasa de crecimiento superior a la tasa de crecimiento del hardware de software libre.



Copyright © 2006 MERIT. Estimaciones y proyecciones de MERIT sobre la base de fuentes como *Gartner* (tamaño del mercado de servicios de TI), *IDC* (servidor Linux y ventas de PCs); *GGDC* (porcentajes de inversión en software). Las acciones se suman al total (667 mil millones de euros en el año 2010).

Como en el caso de las TIC, el efecto del software libre no se limita sólo a los sectores de software y de servicios. Ello se debe, por una parte, a la distribución del uso de las TIC en todos los sectores (Tabla 22) y, por otra parte, a la distribución del uso del software libre en todos los sectores, que no pueden ser los mismos (Figura 48, presentada en la sección anterior sobre las cuotas de mercado).

7.7.2 El sector secundario del software

Aunque gran parte de los debates actuales sobre el software libre se han centrado principalmente en aplicaciones de escritorio (*Open Office*, *Mozilla Firefox*, etc.), se pone de manifiesto en este estudio (sobre todo en las secciones 8.1, "Competencia, innovación y software libre" y 9.3, "Factores que determinan impacto del software libre sobre el mercado de las TIC en la Unión Europea"), que los orígenes del software libre y sus puntos más fuertes han estado implícitos en las herramientas y la infraestructura de la Internet y los servicios Web; es decir, en software como GNU/Linux, Apache, *Bind*, además de, los protocolos de red para la transferencia de datos, correo electrónico, la *World Wide Web*, transferencia de archivos, etc. Este hecho sugiere que el software libre puede tener un papel especialmente importante que desempeñar en el sector

secundario del software; es decir, en ámbitos en los que el software se utiliza como un componente de otros productos, como el software integrado en el sector automotriz, la electrónica de consumo, sistemas móviles, de telecomunicaciones y servicios públicos (electricidad, gas, petróleo, etc.)⁸¹ El método de desarrollo de software y el uso varía considerablemente para cada uno de estos sectores.

Figura 48: Uso del software libre en la industria europea

Fuente: Encuesta de la IDC a usuarios finales de software en Europa Occidental, 2005 (IDC's 2005 Western European Software End-User Survey) (N=625)

⁸¹ Ver el documento del proyecto CALIBRE FP6, Ågerfalk, Pär J, Deverell, Andrea, Fitzgerald, Brian, Morgan, Lorraine. 2005. "Assessing the Role of Open Source Software in the European Secondary Software Sector: A Voice from Industry", Actas del Primer Congreso Internacional sobre Sistemas de Código Abierto
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

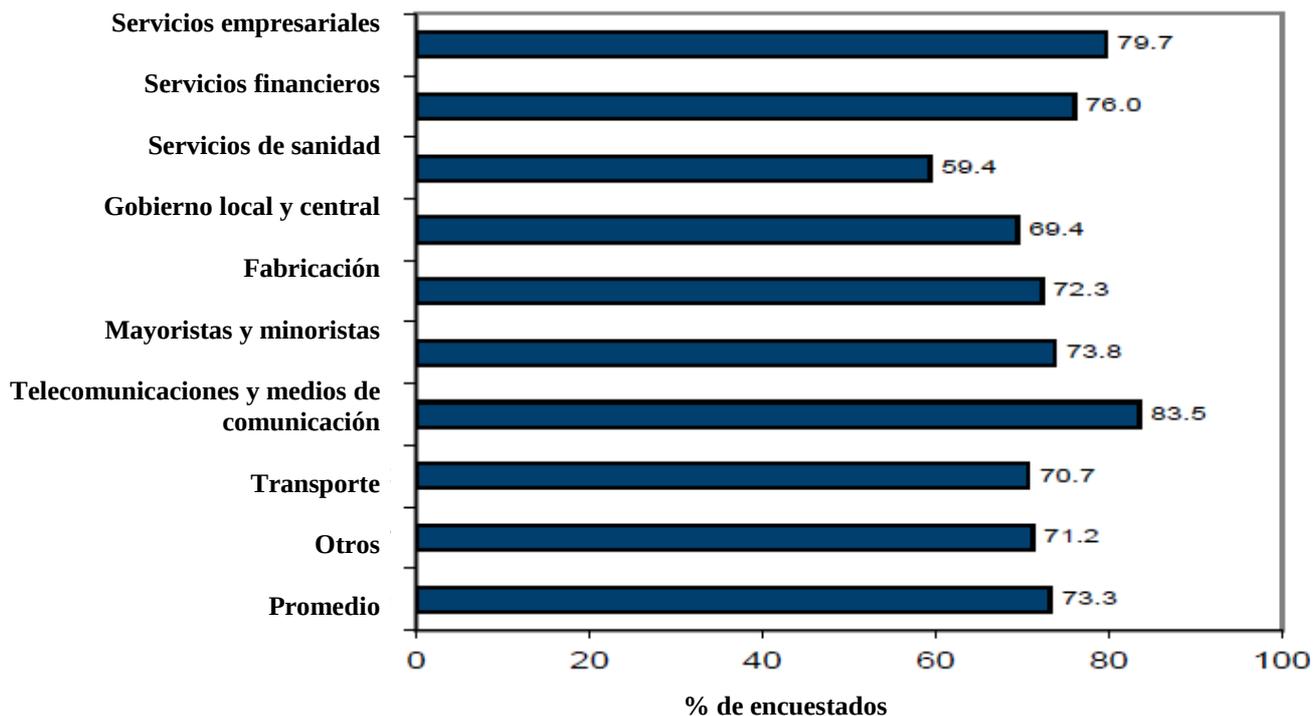


Tabla 22: Magnitud de las TICs por sector en términos de tasas de empleo, en 15 países de la Unión Europea

NACE	Sector	Empleo en TICs como
------	--------	---------------------

		porcentaje del total (%)
72	Informática y actividades relacionadas	84.2
66	Seguros y fondos de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	74.8
65	Intermediación financiera, excepto seguros y fondos de pensiones	69.2
67	Actividades auxiliares a la intermediación financiera	67.9
30	Fabricación de máquinas de oficina y computadores	57.1
74	Otras actividades empresariales	50.4
70	Actividades inmobiliarias	46.1
40	Suministros de electricidad, gas, vapor y agua caliente	45.1
32	Fabricación de equipos de radio, televisión y aparatos de comunicaciones	44.8
51	Comercio al por mayor y comisión de comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas	42.7
11	Extracción de crudo y gas natural; actividades de servicios relacionados con la extracción de petróleo y gas excepto actividades de inspección	42.0
73	Investigación y desarrollo	41.3
24	Fabricación de sustancias y productos químicos	35.9
31	Fabricación de maquinaria y aparatos eléctricos, n.e.c. (n.c.o.p.)	35.3
23	Fabricación de coque, productos refinados del petróleo y combustible nuclear	35.2
64	Correos y telecomunicaciones	32.6
71	Alquiler de maquinaria y equipo sin operario, enseres personales y domésticos	31.4
33	Fabricación de productos médicos, instrumentos ópticos y de precisión, relojes de pulsera y de pared	31.0

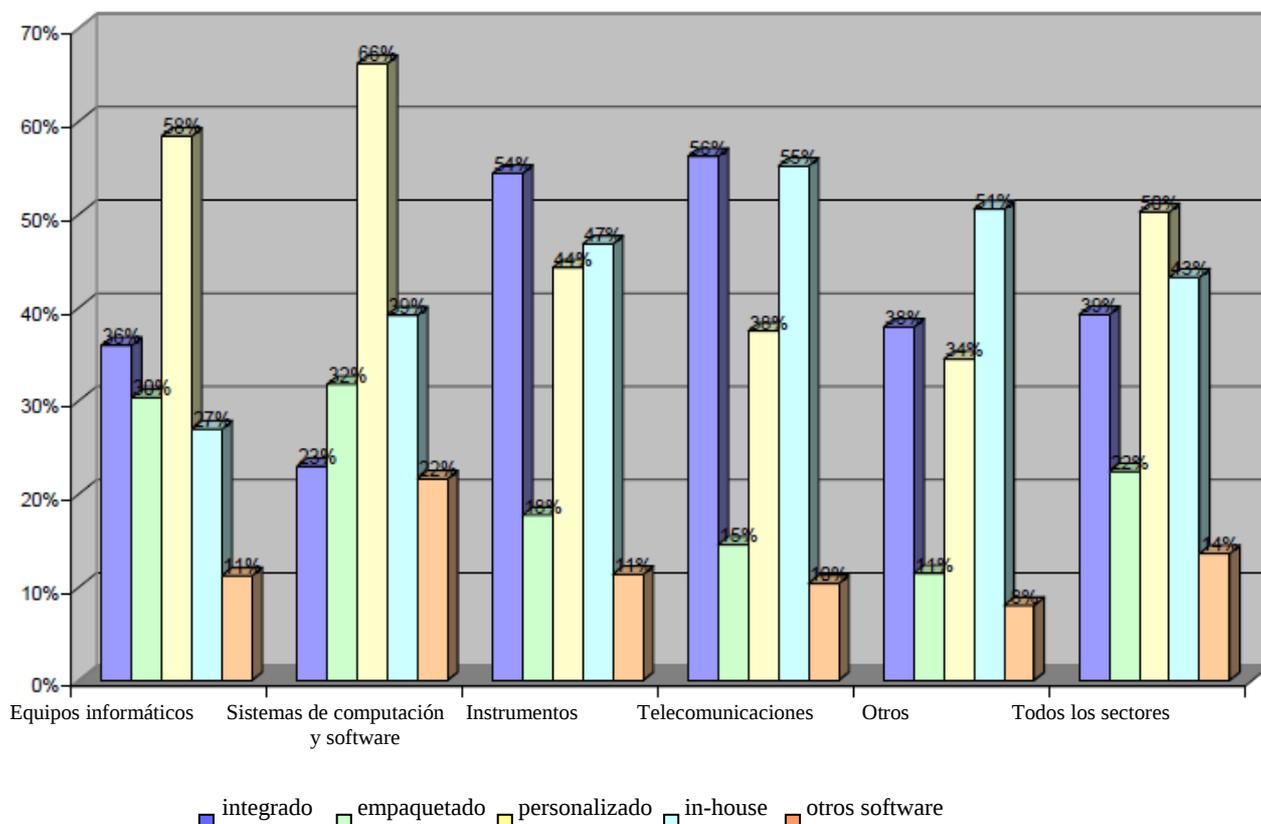
Fuente: Perspectivas de la OECD IT, 2004.

Algunas características de estos métodos son comunes en los sectores secundarios del software:

1. El software como un centro de coste, en lugar de un centro de beneficios: en el sector secundario del software, la mayoría del software representa un centro de coste en lugar de un centro de beneficios. Este hecho significa que el software se puede utilizar para reducir costos; sin embargo, en sí mismo cuesta dinero y no resulta directamente una fuente de beneficios.
2. Cierta software puede representar una fuente de ingresos, pero la mayoría de los ingresos se genera a través de actividades para las que el software no se vende como un producto en sí mismo.
3. Una proporción significativa del software utilizado ofrece una infraestructura en lugar de

una ventaja competitiva, para la que los costos podrían compartirse con empresas similares

Figura 49: Tipos de software desarrollado por sectores



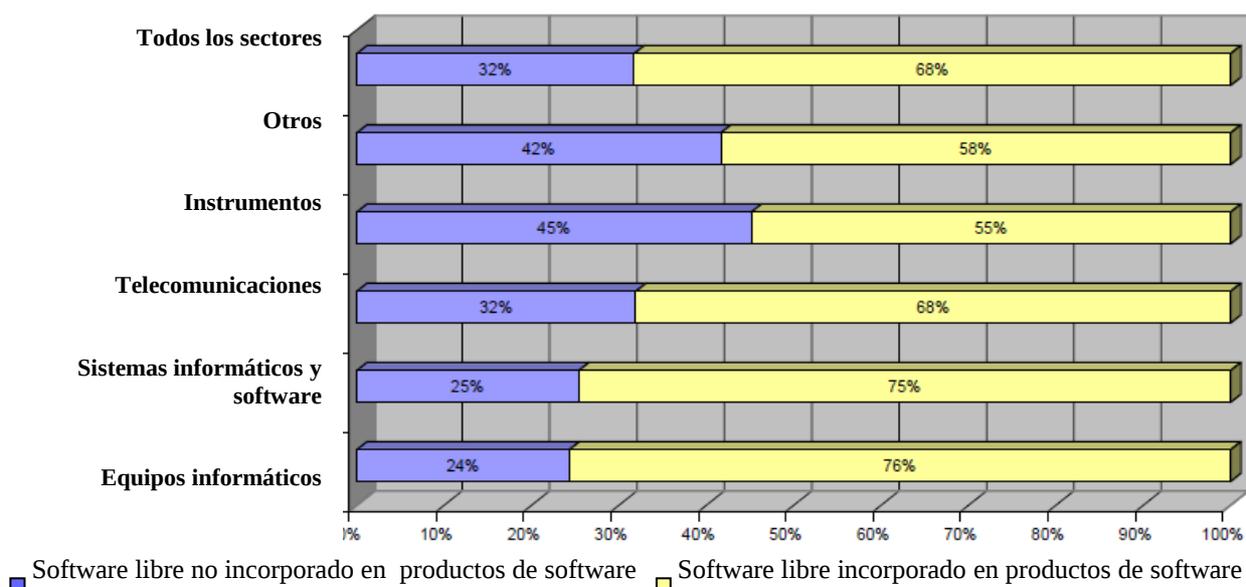
Fuente: MERIT, encuesta sobre la innovación del software de las empresas, del año 2005. n= 499. (Superposición de las respuestas)

La Figura 49 muestra los tipos de software producido por los diferentes sectores, sobre la base de una encuesta a las empresas europeas llevada a cabo por MERIT para el informe “*Study into the effects of patentability of Computer Implemented Inventions*” (Estudio sobre los efectos de la patentabilidad de las invenciones implementadas en computador) de la Dirección General de la Sociedad de la Información (DG INFSO) de la Comisión Europea. Si bien la encuesta sobre-representa a las empresas productoras de software, así como a los sectores de equipos informáticos y software, debe ser representativa del tipo de software que se produce por las empresas en estos sectores. Cabe señalar que, a excepción de los productores de equipos informáticos y de software, el mayor tipo de software es desarrollado para uso *in-house* o, para los fabricantes de hardware y las telecomunicaciones, software integrado (incluido en las máquinas, instrumentos o equipo de otro tipo).

La Figura 50 muestra algunos resultados notables: el software libre es muy utilizado por las
 © 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

empresas en diversos sectores para sus propios productos o servicios relacionados con el software⁸². El mayor porcentaje de "no uso de software libre" es para el sector "Otros", e incluso hay un 58% de los encuestados que han incorporado software libre en sus propios productos o servicios. En todos los sectores encuestados de alta intensidad de las TICs, el 68% de las empresas han incorporado software libre en sus propios productos y servicios de software. Como muestra la Figura 51, el software libre se ha incorporado a los diferentes tipos de productos basados en software, el 40% de cada uno para software personalizado o exclusivamente software *in-house* en todos los sectores. Estos resultados son particularmente interesantes ya que el tema del software libre fue incidental en esta encuesta, por lo que resultan especialmente representativos en este sentido, ya que probablemente no hay autoselección hacia los encuestados interesados en el software libre.

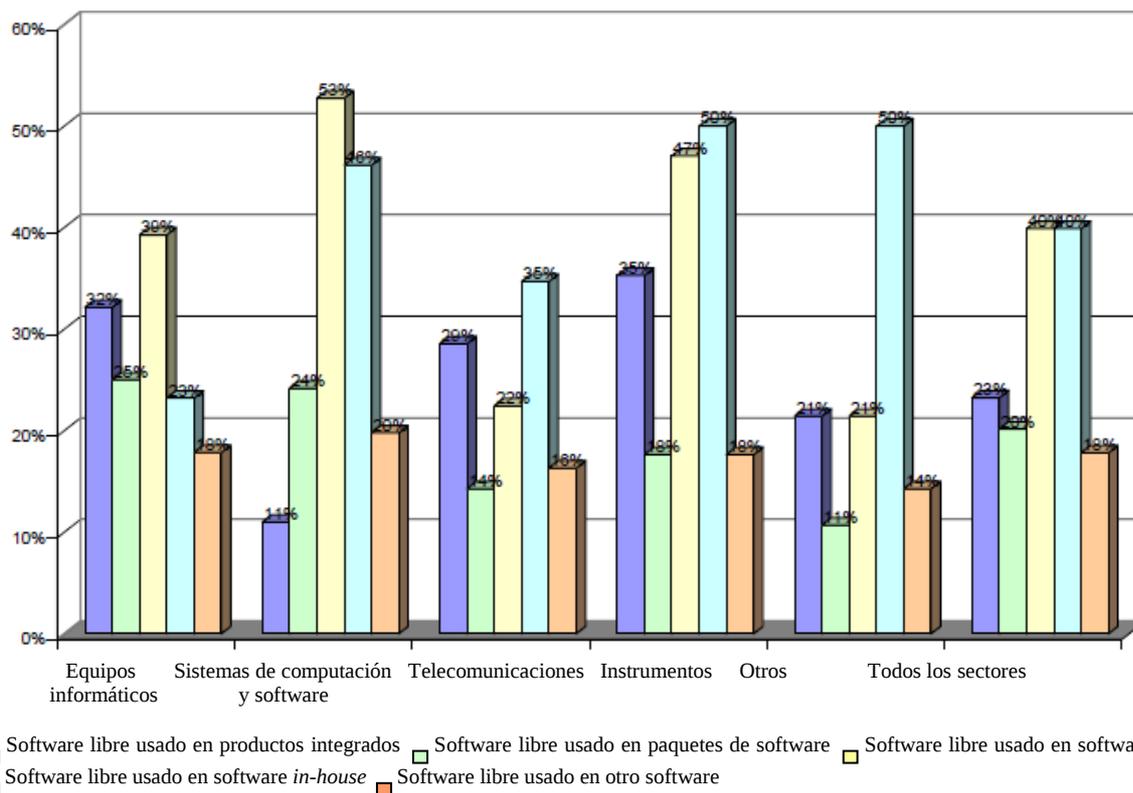
Figura 50: Uso del software libre para productos y operaciones de software, por sector



Fuente: MERIT, encuesta sobre la innovación del software en las empresas, 2005. n= 378.

Figura 51: Tipo de productos de software que incorporan software libre

⁸² Se preguntó a los encuestados: ¿En los últimos tres años, su empresa ha incorporado software libre o código de código abierto en cualquiera de los siguientes productos de software?



Fuente: MERIT, software de encuesta sobre la innovación de las empresas, de 2005. n = 378.

Esa alta intensidad de los usuarios de las TIC forma parte del entorno más amplio de las TICs, como se explica en la sección 8.2, "El mayor impacto del software libre: más allá de la Tecnología de la Información", página 136. Este mayor entorno de las TICs representa entre el 7,7 y el 10% del PIB europeo (y, en general, la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo, OCDE) en la capa de aplicación de la infraestructura, con más del 2,5% del PIB por encima de los medios de comunicación y contenido. De esta cantidad, los productos y servicios de software constituyen menos de una quinta parte, en 0,63% y 1,73% del PIB, respectivamente. Cualquiera que sea la proporción del PIB dedicada al software, nuevamente da cuentas, casi cinco veces más, en otros servicios TICs construidos sobre o bajo el software (en el caso del hardware). En línea con el aumento estimado de la proporción de la inversión en software libre (sección 9.1, "Tendencias: el uso de software en Europa y en EE.UU.", especialmente la figura 60), podemos por lo tanto, reconocer entre el 1,5% (sólo para la infraestructura) y el 2,5% del PIB como "TICs relacionadas con software libre" en el año 2005⁸³, en aumento de entre el 2,4% (sólo infraestructura)

⁸³ Al asumir que el software libre tiene una proporción de casi el 20% en el valor de la inversión en software, pasando a algo más del 30% y aplicando esta cifra al 7,7% del PIB estimado para el año 2005 como parte de la infraestructura de las TICs, obtenemos el 1,5% para la infraestructura relacionada con el software libre; aplicando al mismo porcentaje del software libre de la estimación del 12,5% de la "mayor economía de las TICs" participación en el PIB, tenemos el 2,5% del PIB como la participación "más amplia de las TICs relacionados con la economía". Este hecho supone un efecto © 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

y el 4% del PIB para el año 2010.

Esta definición, si bien aparentemente muy amplia (que actualmente ascienden a un límite inferior de 150 millardos de euros, en aumento a 627 millardos de euros para el año 2010), puede llegar a subestimar el potencial del software libre relacionado con el porcentaje del PIB. Esta situación se debe a que para los servicios relacionados con la información, los efectos de la red tienen un fuerte efecto de cascada. El software libre manifiesta que los efectos de la red son más fuertes que para la mayoría de las tecnologías, ya que pueden evolucionar y afectar el mercado independientemente de las estrategias de los proveedores (que, incluso para los proveedores de software libre, intentan bloquear a los clientes a través de la "diferenciación" y, por tanto, reducir los beneficios que obtienen de las externalidades de la red). Así, una vez que el software libre cruza un umbral que proporciona el "punto de inflexión", ya sea a través de las demandas de las empresas privadas, del sector público o de la acción de un "prosumidor" particular (como en la World Wide Web), podría tener un efecto acumulativo en términos de facilitar el cambio de productos y servicios diseñados para dirigir las plataformas propietarias a plataformas de interoperabilidad (y así, con frecuencia a software libre).

Gran parte de este efecto fuera del núcleo del sector de las TICs o del sector secundario del software, será a través de la sustitución de la investigación y el desarrollo. Como un efecto indirecto, esta sustitución se describe en mayor detalle en la sección 8.3, "Software libre, sustitución de la investigación y desarrollo e impacto sobre las estrategias de colaboración" en la página 157.

Otros efectos directos se presentan en dos formas:

1. La plataforma de sustitución, relacionada pero diferente de la sustitución de la investigación y desarrollo.
2. La distribución de los costos de mantenimiento

multiplicador para "relacionadas con el software libre" similares a "relacionados con el software". Este no es un hecho muy optimista, puesto que el software libre se estima para requerir una cantidad similar de auxiliares de soporte y servicios como el software propietario (algunos afirman que el software libre requiere más soporte y servicios).

7.7.3. Plataforma de sustitución

La plataforma de sustitución, para los desarrolladores de servicios o productos sobre una capa de software, implica la sustitución de la capa actual que utilizan con software libre. La capa actual puede ser un sistema de software propietario completo, componentes modificables y reutilizables con licencia de terceras partes o tecnología desarrollada *in-house*. La plataforma de sustitución no tiene por qué implicar el reemplazo de las líneas de productos o servicios existentes (que podría adoptar la forma de aumento de la plataforma, cuando una línea de producto o servicio se replica por encima de una nueva plataforma (software libre). La plataforma de sustitución es bastante directa y común. La capacidad de participar en la sustitución de la plataforma es una de las razones por las que las empresas están cada vez más preocupadas acerca de la interoperabilidad y los estándares abiertos, ya que sus plataformas actuales resultan poco interoperables, se hace más difícil reemplazarlas con plataformas alternativas.

Sin embargo, la posibilidad de sustitución de la plataforma es una de las razones por las que muchos estudios, que acreditan a un proveedor de plataformas secciones completas de la economía que se construyen encima de una plataforma particular, tienden a tergiversar la realidad. Los servicios de una plataforma son valiosos en sí mismos; los proveedores de servicios de una plataforma a menudo se encuentran en una posición (y por lo general, les satisface estarlo) para cambiar a cualquier plataforma que elijan, si las condiciones del mercado así lo sugieren.

En el contexto del software libre, la sustitución de la plataforma es bastante simple: el *Linux kernel* y/o el sistema operativo GNU/Linux es la plataforma que surge para reemplazar de una variedad o de otra en varios dominios de aplicación.

Un ejemplo interesante son los dispositivos de conexión a Internet: routers, switches, puntos de acceso inalámbrico. Una vez que depende de plataformas propietarias, por lo general *in-house*, actualmente casi todos se ejecutan con GNU/Linux, con excepción de productos de alta calidad provenientes de proveedores como Cisco. (Aunque los productos al por menor orientados al consumidor de la filial de Cisco, *Linksys*, en su mayoría están basados en Linux).

Como un ejemplo de cómo la plataforma de sustitución se extiende a nuevos mercados, los enrutadores de Voz sobre el Protocolo de Internet (VoIP, por sus siglas en inglés) y los dispositivos

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

de consumidor disponibles hoy en día no sólo ejecutan Linux; sin embargo, podrían ser demasiado costoso para alcanzar el nivel de popularidad que tienen actualmente, si se construyeron sobre una plataforma de desarrollado (o con licencia externamente) especialmente costosa.

Otro ejemplo sorprendente de la plataforma de la sustitución, del mismo modo como un resultado de la explotación de nuevos mercados, es la epidemia cercana en los últimos dos años de teléfonos inteligentes basados en Linux. En un mercado que asciende a un 85% anual, Linux tiene una participación de 23%, lo que la convierte en la segunda en el mercado después de *Symbian* (51%). La participación de Linux se ha más que duplicado desde el año 2004 y está proyectada a crecer aún más este año. Lo que llama la atención es que Linux es apenas visible en los teléfonos inteligentes vendidos en Europa y en EE.UU. La mayor parte del crecimiento de los teléfonos inteligentes de Linux se encuentra en Asia, especialmente en China, donde en las tendencias de crecimiento actuales, Linux se convertirá muy pronto en la plataforma dominante en cuanto a teléfonos inteligentes.

Una serie de grandes empresas multinacionales impulsó el crecimiento, con Motorola como el principal fabricante occidental, que lanzó su primer teléfono de Linux en el año 2003 y tuvo a Linux en el 25% de sus nuevos modelos en el año 2005⁸⁴. Otras empresas de Asia también han participado a escala mundial como LG, NEC, *Panasonic* y *Samsung*, las cuales tienen numerosos teléfonos de Linux disponibles en Asia. Sin embargo, el enorme crecimiento de los teléfonos en Asia se ha debido, en gran parte, al rápido crecimiento de las marcas chinas que están cada vez más en busca de mercados en el extranjero, tales como *Datang*, *Haier*, *Huawei* y *ZTE* - todos los cuales se basan en Linux como su plataforma.

Otros fabricantes para los que la plataforma de software es un costo en lugar de centro de beneficios han ido incrementando la adopción de Linux. Por ejemplo, *Siemens Medical Solutions* en el mes de septiembre del año 2006 adoptó Linux para sus máquinas de ultra-alta resolución de imágenes por resonancia magnética (MRI, por sus siglas en inglés), ya que Linux "permite a *Siemens* expandir dramáticamente la capacidad de procesamiento de nuestra medición de los sistemas operativos, sin una costosa reorganización de la tecnología"⁸⁵. Las empresas como Philips han estado utilizando Linux en varios mercados, incluso en dispositivos digitales de medios de

⁸⁴ Ver informe en linuxdevices.com

⁸⁵ Ver la prensa publicada en http://www.novell.com/new/press/item.jsp?id=1087&locale=en_CA
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

radiodifusión, como descodificadores⁸⁶, semiconductores, e incluso, inversores en empresas de Linux integrado⁸⁷.

7.7.4. Distribución de los costos de mantenimiento

Una importante motivación para las empresas de software secundario a fin de liberar su propio software como software libre es el hecho de compartir los costos de mantenimiento con otras empresas en su sector. Así como el software es desarrollado para uso *in-house* y no genera beneficios directos, este software funciona como un centro de costos. Los beneficios se generan por el uso específico del software *in-house* por parte de la empresa, pero en cuanto al software *in-house* en sí, lo menos costoso es crear y mantener, el mejor.

Reducir la producción de costos es una razón para usar software libre, al permitir a las empresas construir su software *in-house* a partir del software existente, los componentes de acceso libre, mientras que sólo les exige dedicar esfuerzos en la personalización y la adaptación a sus necesidades específicas. Basándose en los componentes existentes del software libre se asegura que los desarrolladores de los componentes del software libre, en lugar de los desarrolladores *in-house* de la empresa, mantengan una considerable parte del código base. Sin embargo, además de reducir los costos, las organizaciones pueden optar por la liberación de software desarrollado para uso *in-house*. Cuando otras organizaciones tienen necesidades similares, pueden ser alentadas a usar el mencionado software (ahorrando en sus propios esfuerzos por desarrollo *in-house*), compartir las modificaciones y, por tanto, también ayudan a mantenerlo. Esta situación no sólo se aplica a las empresas, sino también al sector público, donde se han realizado numerosos esfuerzos sobre todo en Europa (aunque también en EE.UU., véase *governmentforge.org*) a fin de reunir a las habilidades y necesidades del desarrollo de software de las autoridades públicas: una encuesta del año 2006, que incluyó todas las autoridades públicas de la Unión Europea, llevada a cabo por MERIT para la Dirección General de la Sociedad de la Información (INFSO)⁸⁸ de la Comisión Europea, basada en

⁸⁶ Ver PRNewswire, del día 17 de septiembre del año 2001, "Philips and Lineo Partner to Provide MHP on Linux-based Digital Media Solution", <http://www.prnewswire.com/cgi-bin/stories.pl?ACCT=104&STORY=/www/story/09-17-2001/0001573450&EDATE=>

⁸⁷ Timesys, ver <http://www.philips.com/about/company/participations/index.html>

⁸⁸ Como parte del proyecto PS-OSS, véase el sitio web www.publicsectoross.info
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

una encuesta de las autoridades del gobierno holandés con la finalidad de mostrar que casi el 8% de las autoridades públicas liberan algún tipo de software bajo licencias de software libre, además del 12% del propio software que deseen liberar.

La distribución de los costos de mantenimiento no es automática, ya que las empresas no pueden esperar a publicar software *in-house* como software libre ni pueden esperar a que la multitud de voluntarios (o incluso otras empresas similares) les brinden el apoyo. Las empresas necesitan construir comunidades de interés, siguiendo las directrices como las detalladas por MERIT para el *IDABC Open Source Observatory*⁸⁹ de la Comisión Europea. Incluso, existen empresas que ofrecen asesoría y servicios de soporte para ayudar a otras empresas a crear las mencionadas comunidades, además de ayudar al desarrollo, la liberación y el mantenimiento de software *in-house* como software libre.

Un ejemplo de lo arriba mencionado es cómo *CollabNet*, una empresa de asesoría y soporte técnico creada por el fundador del servidor web de software libre Apache, ayudó al banco de inversiones *Dresdner Kleinwort* (luego *Dresdner Kleinwort Benson*^{vi}) a desarrollar y liberar el conjunto de herramientas del *OpenAdaptor* como software libre.

El *OpenAdaptor* ofrece un conjunto de herramientas flexible para construir la interoperabilidad entre diversas aplicaciones, sistemas de información, fuentes de datos y plataformas que no fueron diseñados para interoperar. Esta es una situación típica en diversas organizaciones de gran tamaño que son fuertes usuarios de la TI, especialmente en el sector financiero, donde las aplicaciones tradicionales, el hardware y el software permanecen en uso durante décadas y diversas fuentes de datos propietarias de las diseñadas para uso independiente podrían ser combinadas provechosamente. Originalmente desarrollado en *Dresdner Kleinwort (DrKW)* en el año de 1997 como un conjunto de herramientas basadas en XML y Java, el *OpenAdaptor* se utilizó para más de 50 proyectos en diversas sucursales del banco en todo el mundo, mientras que el banco fue distribuyendo su código fuente a los clientes y socios de modo informal. La empresa reconoció el valor de compartir para reducir los costos de mantenimiento: "Sin duda no queríamos convertirnos en una compañía de software", explicó Jonathan Lindsell,

⁸⁹ Rishab Ghosh, Ruediger Glott, Gregorio Robles, Patrice-Emmanuel Schmitz, 2005. *Guidelines for Public Administrations on Partnering with Free Software Developers*, publicado por la Comisión Europea en el sitio web <http://europa.eu.int/idabc/servlets/Doc?id=19295>

Director General de Desarrollo de Negocio de la TI. "Hemos enviado el código fuente a nuestros clientes desde el primer momento, invitándole

s a corregir los errores de programación y a contribuir con las mejoras, y así lo hicieron. Esa es una de las razones por las que esta situación a llegado a ser tan increíblemente exitosa"⁹⁰.

Como describe CollabNet, que prestó apoyo al proyecto formal de "código abierto" del *OpenAdaptor*, en el año 2000, para obtener aún más contribuciones de *OpenAdaptor* provenientes de fuentes externas y ampliar su utilización, DrKW^{vii} decidió formalmente la liberación de software bajo una licencia de software libre puesto que "*OpenAdaptor* ya representaba una gran victoria para [ellos] y [sus] clientes, además, [ellos] querían realizar una hazaña aún mayor al obtener la ayuda de una comunidad mucho más amplia", según Marc Eno, Gerente de Iniciativas de código abierto del DrKW. Aunque la empresa sabía que estaban ayudando a los competidores, lo cual no era visto como algo malo ya que "fuimos haciendo mejoras a todos los involucrados, incluidos nuestros clientes y nosotros mismos." Esa lógica era razonable ya que el *OpenAdaptor* nunca fue una fuente directa de beneficios (después de todo, el banco no quería convertirse en una compañía de software).

El *OpenAdaptor* es ahora ampliamente utilizado, inicialmente en el sector financiero (lo que refleja la comunidad de pares basados en la naturaleza de la difusión en el modelo de software libre) pero ahora en muchos otros sectores.

Sin duda DrKW ahorró grandes (aunque desconocidas) sumas de dinero, tiempo y esfuerzo, además de, el valor añadido a la economía y a las empresas iguales sin reducir el valor para DrKW. De hecho, se redujeron de los costos para DrKW no sólo directamente, como una aplicación útil, sino por la distribución de mantenimiento a través de varias otras organizaciones.

Dado que el software *in-house* ya representa una gran parte del software desarrollado, así como una gran parte de los desarrolladores de software en puestos de trabajo, y que de por sí no difiere del modelo de software libre (las fuentes de ingresos no se encuentran amenazadas) esperamos que se incrementen las grandes cantidades de la extensa provisión de software *in-house* que está siendo desarrollado constantemente para ser liberado como software libre. Este hecho enriquecería la comunidad de software libre y las empresas desarrolladoras por igual.

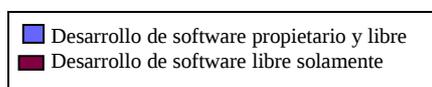
⁹⁰ Caso de estudio de *OpenAdaptor* perteneciente a Collabnet
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

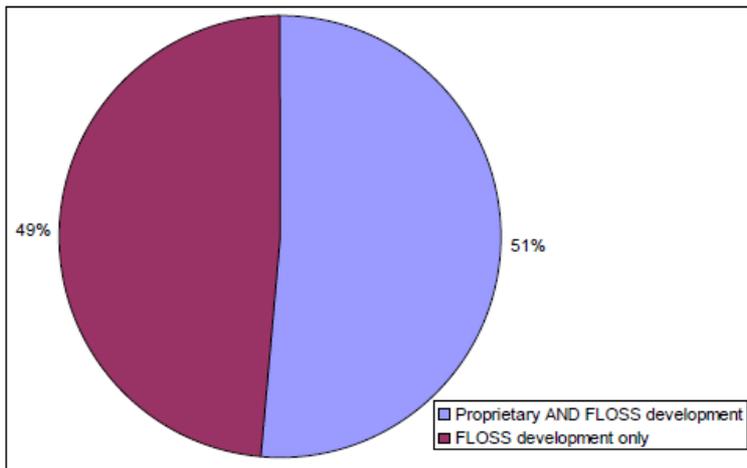
8. Impacto indirecto: el software libre, la innovación y el crecimiento

El software y las TICs en general, se caracterizan como tecnologías "acumulativas" que evolucionan gradualmente a través de la innovación incremental y la integración de diversas invenciones, los algoritmos y las técnicas (Merges y Nelson, 1990). El buen funcionamiento de los productos de software exige también la interoperabilidad con los sistemas operativos y otras aplicaciones que exigen la divulgación de información tecnológica para asegurar un adecuado desarrollo de programas de otras partes (David y Greenstein, 1990; y Lemley Cohen, 2001). Por lo tanto, la accesibilidad a los conocimientos y a las especificaciones de las nuevas normas de avances es vital para la creación de nuevas invenciones sobre la base de los conocimientos actuales.

En general, la relación de causalidad entre la contribución del software libre al software propietario y viceversa, no ha sido aclarada en su totalidad. Sin embargo, los estudios teóricos sobre la importancia de la codificación del conocimiento y la formación de conocimientos externos a la innovación y al cambio técnico (Cowan y Jonard, 1999; Cowan et. Al., 2000), además de evidencias empíricas considerables extraídas de la encuesta a los desarrolladores del software libre (FLOSS developers survey) y de la encuesta de habilidades FLOSSPOLS (FLOSSPOLS Skills Survey) sugieren que el software libre y el propietario co-evolucionan mediante el establecimiento de un intercambio recíproco de conocimientos técnicos y la mejora de las habilidades de los desarrolladores que participan en proyectos de software libre y software *in-house*. (Figura 52).

Figura 52: Desarrolladores de software libre también desarrollan software propietario

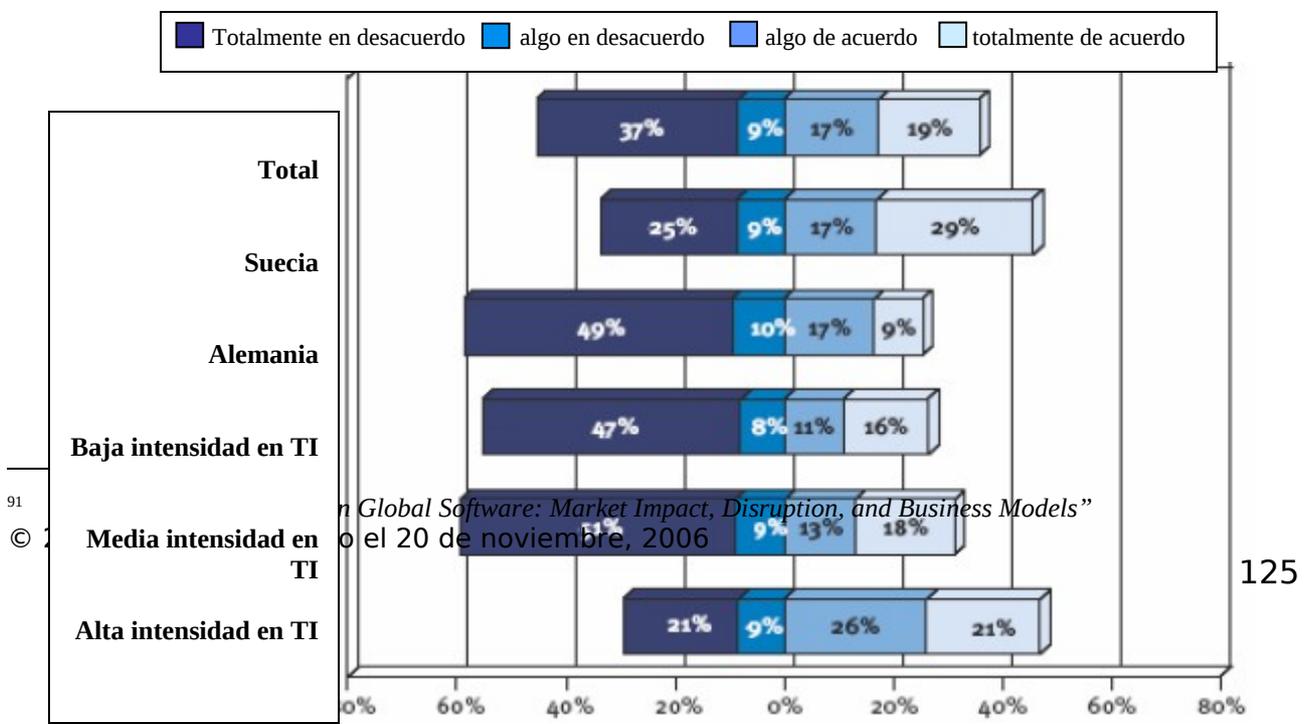




Además, las investigaciones realizadas indican que una parte sustancial de los programadores en las empresas comerciales participan en proyectos de software libre en su tiempo libre, e incluso durante su jornada de trabajo, como parte de sus propias actividades de formación. Una de las conclusiones importantes de la encuesta a usuarios del software libre fue que el 47% de las empresas en los países de alta intensidad en TI (incluyendo las industrias de las TICs, así como otros sectores, como banca y finanzas) están de acuerdo con que sus desarrolladores de software son libres de trabajar en proyectos de software libre durante su tiempo en el trabajo (Figura 53). La cifra correspondiente para las empresas de baja intensidad en TI (tales como el sector minorista y turismo) fue tan alta como del 27%. Una encuesta de la IDC⁹¹ del año 2006 realizada a 5.000 desarrolladores que trabajan en organizaciones en 116 países de todo el mundo confirma que el 71% utiliza software de código abierto.

Figura 53: El desarrollo de software libre permitido durante la jornada laboral

“Nuestros desarrolladores de software son libres de trabajar en proyectos de código abierto durante su jornada laboral”



91
©

Global Software: Market Impact, Disruption, and Business Models”
o el 20 de noviembre, 2006

Existe evidencia importante sobre la relación entre el desarrollo del software libre, la innovación y la industria de las TICs, de los cuales se han mencionado algunos ejemplos anteriormente. En lo que respecta a la innovación, puede ser útil el hecho de comparar el rol del software libre, que en su naturaleza apoya la difusión del conocimiento, a las patentes que se justifican, entre otras cosas, por promover la divulgación del conocimiento y la innovación resultante. De hecho, las patentes se han encontrado empíricamente como un mal medio de promover la divulgación.

Arora y al (2003)⁹² encuentran que "la divulgación de patentes no parecía tener un impacto mensurable en los flujos de información provenientes de otras empresas, y por lo tanto, ningún efecto en la productividad de la investigación y el desarrollo". Arundel (2001)⁹³ considera que "un resultado constante en la encuesta de investigación sobre el uso de bases de datos de patentes es que las patentes están entre las fuentes externas de información disponibles menos importantes para las empresas". El análisis de los resultados de 12.445 empresas encuestadas de la encuesta de CIS⁹⁴ muestra que entre el 5% y el 18% de las pequeñas y medianas empresas encuentran que las patentes son una fuente útil de información⁹⁵.

En el caso del software como un componente de la innovación de las TICs, existen datos

⁹² Arora, A. y al., 2003. "R&D and the patent premium", *Nat'l Bureau of Econ.* Trabajo de investigación N° 9431. p17. Disponible en el sitio Web <http://www.nber.org/papers/w9431>

⁹³ Arundel, Anthony. "Patents in the knowledge-Based Economy", *Beleidstudies Technologie Economie* 67

⁹⁴ Arundel A. (2000), "Patent – the Viagra of Innovation Policy?", Reporte Interno para el grupo de expertos en el proyecto "Innovation Policy in a Knowledge-Based Economy", Maastricht, MERIT. Figura 4, página 15. Disponible en el sitio web: <http://www.ebusinessforum.gr/index.php?op=modload&modname=Downloads&pageid=320>

⁹⁵ El porcentaje es del 34% para las grandes empresas, sin embargo, estas encuentran a las patentes, incluso menos útiles que otras fuentes de información, tales como clientes, proveedores, conferencias y revistas, ferias comerciales, y los competidores.

interesantes que comparan al software libre con las patentes provenientes del estudio en curso para la Dirección General de la Sociedad de la Información de la Comisión Europea. Las encuestas muestran (Arundel et al 2006⁹⁶) que la mayoría de las empresas opinan que el código fuente del software libre es una fuente importante de nuevas ideas (17%) más que las bases de datos de patentes (5%). Estas empresas son de gran variedad en producción de las TICs y en los sectores que las utilizan, desde el software para instrumentos médicos y el de la fabricación de automóviles. La opinión de cada uno de los innovadores (ingenieros) es tal vez más relevante como los cuestionarios en materia de patentes enviados a empresas que tienen más probabilidades de ser reconocidas por el departamento jurídico que por los innovadores. Numerosos innovadores dentro de las empresas⁹⁷ opinan que el código fuente (41%) constituye una moderada o muy importantes fuente de nuevas ideas en comparación con las patentes (24%).

Aunque no sabemos mucho de este software que es una fuente de nuevas ideas licenciado bajo los términos de reciprocidad, estos datos muestran que el software de código abierto está teniendo éxito al proporcionar la publicación a un grado mucho mayor que las patentes. Este hecho, sin duda se debe, al menos en parte, a las licencias recíprocas como la Licencia Pública General (GPL), que proporciona un requisito legal a fin de divulgar (tal como deberían hacer las patentes). Si es necesario un marco legal para promover la divulgación y el seguimiento en la innovación existen, por lo tanto, algunas pruebas para justificar el argumento de que la concesión de licencias recíprocas de código abierto proporciona un marco más eficaz que el actual régimen de patentes.

Como ejemplos de este hecho, estudios realizados por Meijers, 2004, llevado a cabo dentro de la red europea de investigación, MUTEIS, además de los proyectos de NewKInd para la Comisión Europea, muestran claramente los efectos secundarios de la utilización del software y de las telecomunicaciones que aumentan la productividad total de los factores de crecimiento. Esta

⁹⁶ Arundel, A., Bergstra, J., Feijoo, C., Ghosh, R.A., Glott, R., Hall, B., Klint, P., Martin, A., Thoma, G., y Torrisi, S. 2006. “*Empirical Study of economic impact: Approach and preliminary findings*”. Dirección General de la Comisión Europea para la Sociedad de la Información, inédito. Parte del “*Study of the effects of allowing patent claims for computer-implemented inventions*”.

⁹⁷ Arundel et al 2006 muestra los datos consolidados de todos los encuestados; las cifras se incluyen aquí para los innovadores particulares empleados en empresas privadas, es decir, con exclusión de los empleados en organizaciones públicas o institutos de investigación. Estos últimos son, como cabe esperar, incluso menos probable de apreciar con las patentes para las nuevas ideas.

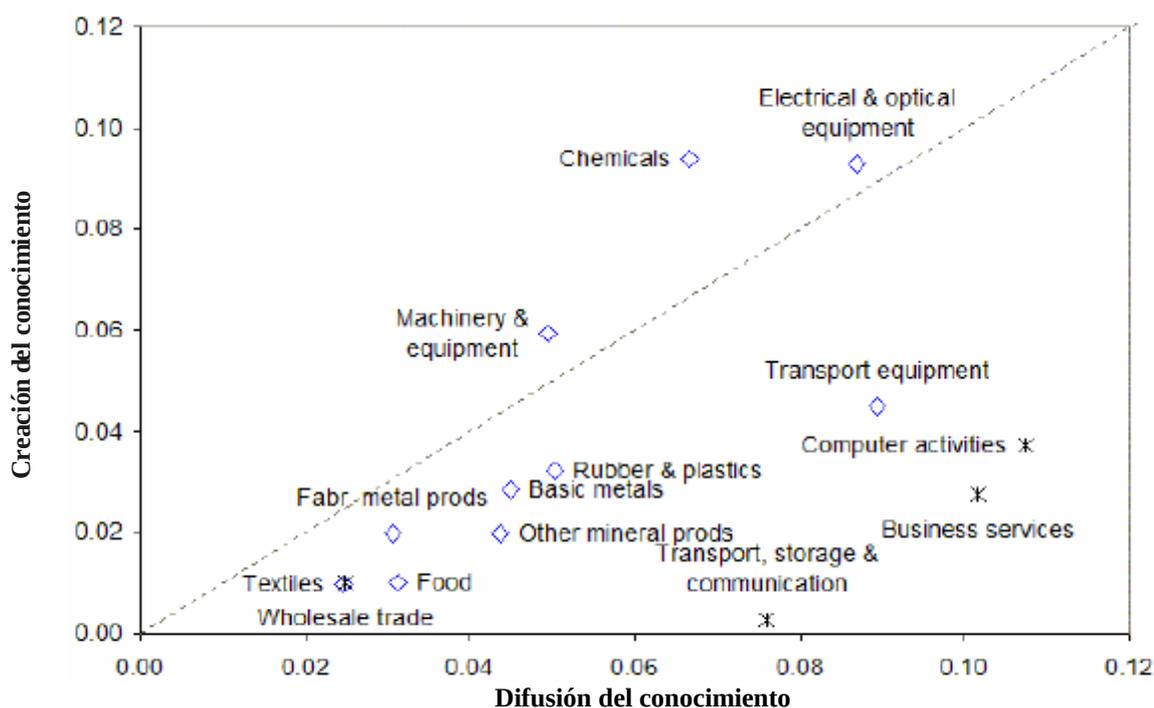
situación indica una relación fuerte y positiva entre el uso de las TICs (además del software y de las telecomunicaciones, en particular) y la creación de conocimiento en todos los sectores de la economía.

El vínculo entre la innovación y el crecimiento económico está ampliamente reconocido y confirmado por los resultados del EIS^{viii} (para los cuales Hugo Hollanders y Anthony Arundel de MERIT realizan el análisis para la Dirección General de Empresas). En particular, como lo muestra el Informe del año 2004 del *European Innovation Scoreboard* (EIS 2004), los sectores "Informática y actividades relacionadas" y "Servicios empresariales" son los dos sectores de servicios más innovadores en Europa, mientras que "Equipos eléctricos y ópticos" el más innovador del sector manufacturero. Como puede verse en la Figura 54, estos sectores relacionados con las TICs dependen, mucho más que otros, excepto los sectores innovadores, de la difusión del conocimiento como su mecanismo de innovación (y menos en la creación de conocimientos, especialmente para el sector de servicios⁹⁸). Este hecho es indicativo de la naturaleza de la innovación en las TICs, es incremental, que dependa menos de la propiedad de creación *in-house* de nuevos conocimientos y que dependa más ampliamente de la construcción y en repetidas ocasiones de los conocimientos difundidos en toda la industria.

Por definición, el software libre facilita mucho más la difusión de la tecnología que el software propietario, especialmente a los posibles futuros innovadores que no están frente al reconocimiento de los costos de fuentes de localización de nuevas innovaciones enterradas en el software propietario (que pueden buscar publicado el código fuente, como de hecho lo hace la URJC a fin de identificar los tipos de nuevos software para fines de investigación). Los posibles futuros innovadores tampoco se ven frente a los costos de transacción de la adquisición de licencias para la reutilización y combinación del software libre proveniente de diferentes productores a fin de construir nuevas innovaciones incrementales y, por supuesto, el costo de las licencias es cero, por lo menos con respecto a los derechos de autor y a la adquisición secreta de las operaciones propietarias.

⁹⁸ Para la fabricación de equipos eléctricos y ópticos, claramente, un lote de la creación de conocimiento propietario también se debe a la naturaleza de la innovación que está basada en el producto, así como a la definición de este sector que va mucho más allá de la rápida evolución de la innovación de las TICs.

Figura 54: Los sectores de servicios de las TICs: innovar a través de la difusión del conocimiento



Copyright © 2004 Comunidades Europeas. Fuente: EIS informe del Sector *Scoreboard* del año 2004 preparado por Hugo Hollanders y Anthony Arundel de MERIT para la EC.

El resto de este apartado se analiza:

- El impacto de la capitalización y la competencia sobre la innovación además del impacto del

software libre sobre las TICs;

- El mayor impacto de las TICs más allá de las empresas de TI y la interacción entre el software libre y las diferentes partes de este amplio mercado de las TICs;
- ¿Cómo puede el software libre sustituir a la investigación y el desarrollo con más innovación de costo-efectivo, además, cómo pueden las metodologías de colaboración extenderse a sectores más allá de las TICs
- El impacto de la innovación de las TICs en la economía en general
- Un modelo para el crecimiento y la innovación que simula el impacto de software libre sobre la economía en general

8.1. Competencia, innovación y software libre

En los últimos treinta años, han surgido importantes diferencias entre las empresas con respecto a la capitalización de valores y otras formas de acceso al capital. En algunas ramas, una serie de empresas han adquirido monopolios mundiales de propiedad intelectual cada vez más fuerte y en aumento sobre elementos que se pueden reproducir a casi cero costos, ya que, pueden ser representados como información. Este hecho ha llevado, en un cierto número de ramos o empresas, a una disyuntiva sin precedentes entre los costos (incluidos los costos de investigación y desarrollo) y los precios de las mercancías. Estos monopolios pueden adoptar la forma de marcas (en los alimentos y bienes de lujo), de derechos de autor (para el software y los medios de comunicación) o de patentes (TI, farmacia y otras bioindustrias). Sus efectos están, por lo general, acoplados con otros factores de poder del mercado como la promoción (artículos de lujo, alimentos, farmacéutica, medios de comunicación), el control de la distribución (medios de comunicación, telecomunicaciones, algunos productos alimenticios) y los efectos de red (software, telecomunicaciones).

En la Tabla 23 se muestra el índice de la capitalización para la facturación de un número de empresas importantes en diferentes ramos y el valor promedio para las empresas que figuran en una marca⁹⁹. Se puede ver que, incluso sin tener en cuenta empresas pequeñas o empresas de propiedad

⁹⁹ Este no es el promedio de la rama, el cual resulta imposible de evaluar puesto que muchas empresas no se negocian públicamente en una sucursal.

privada, existen diferencias extremas entre los ramos o especializaciones (12:1 es relación entre la industria automotriz y la farmacéutica) y dentro de un ramo (37:1 es la relación entre *Google* y *Cap Gemini*, o 15:1 es la relación entre *Microsoft* y *Cap Gemini*, el ejemplo de *Google* es, al mismo tiempo, un ejemplo de la gran importancia de los efectos de red y un valor "de la periferia"). Esta proporción es clásicamente interpretada por los analistas financieros como un indicador de las expectativas de rentabilidad, y en efecto, está estrechamente relacionada con el margen de beneficio de las empresas. Interpretar su relación con la innovación y los objetivos innovación requiere de un análisis mucho más profundo.

Para las empresas que no cotizan públicamente (las más pequeñas o de propiedad privada), no se puede calcular una proporción similar. Sin embargo, las expectativas de los fondos de capital de riesgo (o, incluso, a veces los programas públicos de investigación) de algún modo transportan tendencias similares a estas empresas.

8.1.1. La innovación y sus objetivos

Es evidente que las empresas que generan fuertes beneficios tienen una fuerte capitalización en el mercado o poseen grandes medios de acceso a los fondos relacionados con la innovación y, por tanto, tienen más medios para la inversión en investigación y desarrollo. Más precisamente, es difícil para las empresas que carecen de estas propiedades movilizar recursos para la investigación y el desarrollo directos (*in-house*), y mucho menos, en la innovación radical. Este hecho da lugar a dos líneas de interpretación diferentes radicalmente:

La primera interpretación equipara con la innovación a la generación de la propiedad intelectual (PI) los títulos y otros mecanismos de poder del mercado (por ejemplo, los efectos de la red), se los considera como productos y generadores de la innovación. Las empresas que presentan altos valores para la proporción se verían recompensados por la innovación en el pasado al ser provistas con los medios necesarios para seguir innovando.

La segunda interpretación considera que, por el contrario, hay un gran fracaso de la asignación de recursos a la innovación. Las empresas que, a causa de sus monopolios de propiedad intelectual y otros mecanismos de poder del mercado tales como los efectos de red, tienen márgenes muy fuertes y una marcada capitalización no son empujadas a invertir en innovación (y es probable

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

canibalizar su negocio o negocios existentes), además, son incitadas a elegir los objetivos de investigación e innovación que en su mayoría son medios de protección a sus actuales líneas de lucro o modelos de negocio (por ejemplo, la inversión sólo superficialmente produjo cambios en la tecnología, en la tecnología para la ejecución de los derechos de propiedad intelectual o en el despliegue de esta tecnología). La situación puede ser aún peor en ámbitos en los que la innovación más importante es de tal naturaleza que no se presta a la capitalización de la propiedad intelectual, puesto que resulta de carácter sistemático (salud pública) o se deriva de la dificultad para predecir el uso (ciertos usos de las comunicaciones sin voz, el software social, la autoproducción de contenidos por parte de personas). Las empresas que tienen un incentivo de negocio auténtico para innovar, por ser este la única manera de crear o conquistar mercados y de aumentar sus márgenes de rentabilidad, están privadas de medios de inversión. En estos campos, la innovación sencillamente estará ausente si no se implementan otros medios que la apoyan.

Las diferencias más grandes en cuanto a las cifras que se muestran en la Tabla 23, en particular en el sector de las TICs y los medios de comunicación, indican que es fundamental seguir avanzando en la comprensión a medida que cada una de las líneas de análisis represente la realidad.

Tabla 23: La capitalización y el volumen financiero por sector

Sector o empresa (País)	Capitalización B€	Volumen financiero B€	Personal (millones)	Capit./personal Miembros K€	CA /personal miembros K€	Capit. / volumen financiero
Industria automotriz	295,9	854,3	2045	145	418	0,35
Distribución	291,2	587,9	3146	93	187	0,50
Seguros	268,1	351,8	607	442	520	0,85
Reaseguro	39,2	41,5	49	801	846	0,95
Gas	1120,5	1024,7	954	1175	1074	1,09
Bancos	664,9	358,1	787	845	455	1,86
Coca-Cola (EE.UU.)	84,6	18,0	50	1692	360	4,70
Pepsicola (EE.UU.)	76,2	23,9	153	498	156	3,19
Grupo Danone (Francia)	24,5	13,7	89	275	154	1,79
Cadbury (Reino Unido)	17,9	10,4	56	320	186	1,72
Alimentos Kraft (EE.UU.)	42,8	26,4	98	437	269	1,62
Nestlé (Suiza)	95,5	59,5	253	377	235	1,61
Uniliever (Reino Unido/Holanda)	59,4	44,2	234	254	189	1,34
Alimentos	400,9	196,1	933	430	210	2,05
Bienes de lujo (LVMH, F)	26,9	12,6	60	450	211	2,13
Google	82,4	4,9	5,7	14.456	860	16,82
Microsoft (EE.UU.)	210,6	31,3	60	3511	521	6,74
SAP	48,5	8,5	36	1347	236	5,71
Oracle (EE.UU.)	48,2	9,4	50	964	189	5,10
AOL-Time Warner (EE.UU.)	70,4	33,7	85	828	396	2,09
Nokia (Finlandia)	64,5	34,2	59	1093	580	1,89
IBM (EE.UU.)	129,8	77,0	329	394	234	1,68
Vivendi-Universal (Francia)	26,3	21,4	38	693	563	1,23
Philips (Holanda)	31,5	30,4	164	192	185	1,04
France Telecom	42,8	47,2	203	211	233	0,91
Siemens (Alemania)	56,2	75,5	461	122	164	0,74
Cap Gemini	3,1	6,9	61	51	113	0,45
Software-TI-Medios de comunicación	814,3	380,4	1551,7	525	245	2,14
Sanofi-Aventis (Francia)	94,2	15,0	76	1239	197	6,29
Novartis (Suiza)	108,1	23,1	79	1368	292	4,68
GlaxoSmithKline (Reino Unido)	120,0	30,0	101	1188	297	4,00
Pfizer (EE.UU.)	156,5	43,0	264	593	163	3,64
Laboratorios Abbott (EE.UU.)	55,7	16,1	72	774	224	3,46
Bayer (Alemania)	23,4	29,7	115	203	259	0,78

Fuente: *Alternatives économiques* complementado por Aigrain Tel. / Sopinspace para el software, la tecnología de la información y los medios de comunicación, los bienes de lujo y los sectores de reaseguros. Basado en los informes financieros de la empresa para el año 2005 o 2004.

8.1.2. Las pruebas existentes

La economía de la innovación se ha centrado principalmente en la medición del aporte a la innovación (a través de las cifras relacionadas con la investigación y el desarrollo justificadas por las empresas o la financiación pública) y su producción medida a partir de indicadores cuantitativos en los que la titularidad de propiedad intelectual (y, en particular, las patentes) desempeña un papel clave. La parte del enfoque acerca de la producción de la investigación y el desarrollo (I+D) es, por supuesto, insuficiente para responder a la pregunta planteada anteriormente, puesto que se elabora en una supuesta respuesta. También está mal adaptada a los campos o regiones en las que las patentes juegan un papel limitado.

A pesar de las limitaciones a las investigaciones existentes, algunas pruebas han empezado a surgir en los últimos años tanto en el ámbito de los gastos en investigación y desarrollo y en los objetivos de la innovación. Los trabajos realizados por Bessen Maskin¹⁰⁰ y Bessen y Hunt¹⁰¹ sobre patentes de software han demostrado que la existencia de mecanismos de patentes actúa como un desincentivo menor para el gasto en investigación y desarrollo y que ese efecto fue más fuerte en las empresas más patentadas. Este trabajo ha sido objeto de críticas, con respecto a la metodología, por parte de otros investigadores como Robert W. Hahn y J. Scott Wallsten¹⁰² y, por su parte, Bessen y Hunt han respondido¹⁰³ a esta crítica. En cualquier caso, estos efectos del gasto son mucho menos importantes que la prueba que comienza a surgir en los objetivos innovación.

¹⁰⁰ James Bessen y Eric Maskin, *Sequential Innovation, Patents, and Imitation*, informe, en *Research on Innovation*, <http://www.researchoninnovation.org/patrev.pdf>

¹⁰¹ James Bessen and Robert M. Hunt, *An Empirical Look at Software Patents*, informe nº 03/17R en *Research on innovation*, en el sitio web <http://www.researchoninnovation.org/swpat.pdf>

¹⁰² Robert W. Hahn y Scott J. Wallsten, *A Review of Bessen and Hunt's Analysis of Software Patents*, informe del *American Enterprise / Brookings Joint Center on Regulatory Studies*, en el sitio web http://www.researchineurope.org/policy/hahn_wallsten.pdf

¹⁰³ James Bessen y Robert M. Hunt, *A Reply to Hahn and Wallsten*, en el sitio web <http://www.researchoninnovation.org/hahn.pdf>

Esta viene a ser la crisis de la innovación de la industria farmacéutica que ha dado lugar a una labor pionera en el comportamiento de la explicación de la innovación basada en la existencia de la importante titularidad de propiedad intelectual. El economista y líder en innovación Frederic M. Scherer ha demostrado¹⁰⁴ que la continuación de la protección y la búsqueda de ganancias de monopolios explicaron, principalmente, el comportamiento de la investigación y el desarrollo de la industria farmacéutica. Este hallazgo corrobora el análisis de los beneficios de las nuevas sustancias que ha mostrado una innovación ampliamente predominante dirigida a "los fármacos que no añaden valor terapéutico a los ya existentes ", medicamentos sin un valor médico nuevo pero que sustituyen a los actuales fármacos cuyas patentes están caducas.

Del mismo modo, la investigación no se ha realizado en la innovación del software, además, será difícil de llevarla a cabo de manera similar dado que no hay procedimientos similares a los ensayos clínicos para evaluar objetivamente las ventajas o desventajas de un nuevo software. Además, los efectos de la red que existen independientemente de la titularidad de la propiedad intelectual desempeñan un papel importante en el mercado de la industria de las TICs, a diferencia de los productos farmacéuticos. Sin embargo, existe un extenso historial de resultados cualitativos presentados por analistas de tecnología. Ya en la década de los años 1970 y principios de la década de 1980, la estrategia de la entonces empresa dominante (IBM) para contratar a los principales investigadores y neutralizarlos en retiros de investigaciones valiosas de las cuales no surgiría ninguna innovación, no para la IBM, pero lo que es más importante, tampoco para los competidores, fue un asunto poco importante. Sin embargo, hasta hace relativamente poco tiempo, se mantuvo un amplio dominio de la innovación abierta.

Las principales tendencias que se han observado más recientemente en la innovación de las TICs son:

- Patentes algorítmicas que conducen a la constante repetición de la investigación sin grandes innovaciones y el uso de subtécnicas óptimas en el software comercial¹⁰⁵.

¹⁰⁴ Frederic M. Scherer, *Global Welfare and Pharmaceutical Patenting*, *The World Economy*, Julio 2004. Véase también su participación sobre la propiedad intelectual en el *International School of Economic Research*, Siena, 2004.

¹⁰⁵ Véase Philippe Aigrain, *11 questions on software patentability issues in Europe and the US*, *Software and Business Method Patents: Policy Development in the U.S. and Europe meeting*, organizado por el Centro para las políticas de la información, Universidad de Maryland del 10 de diciembre, 2001.

- La concesión de licencias de propiedad intelectual de todos los tipos de la propiedad pública para la investigación pública¹⁰⁶ ofrece pocos recursos; sin embargo, tiene un impacto importante en la selección de los objetivos de la innovación¹⁰⁷ (por ejemplo, hasta el 10% de las empresas de las TICs y de su producción) los sectores intensivos cambian o evitan las líneas de investigación debido a que otros tienen las patentes en esa área¹⁰⁸.

Los objetivos de la innovación también se han visto afectados por las tendencias que ya no están relacionados con las patentes; sin embargo, la aplicación de la tecnología a los derechos de autor, en particular la gestión de derechos digitales y la informática de confianza. Una redistribución importante de los esfuerzos de investigación que van desde los orientados a la funcionalidad del usuario en cuanto al procesamiento de contenido (lo que aumenta la competencia y los beneficios para los consumidores) hasta los del proveedor de la tecnología de protección de la propiedad intelectual (lo que disminuye la competencia y la innovación esencial) se han observado desde hace diez años en el programa de investigación de la Unión Europea en el ámbito de las redes multimedia y audiovisuales, así como en la estandarización. Este proceso se ha acelerado recientemente (véase, la contratación de Microsoft e Intel, al liderar en cuanto a los investigadores de contenidos de procesamiento para llevar a cabo trabajos sobre protección o ejecución de los derechos de autor).

Por último, una cuestión que se plantea respecto a la diferencia en el comportamiento innovador de los participantes que han adquirido el poder de mercado sobre todo a través de los efectos de la red y el vencedor toma todos los efectos, más que sobre la base de la propiedad intelectual que permite los precios arbitrarios de la reproducción de los bienes de información. Estas situaciones no suelen considerarse de forma aislada: Microsoft depende de los efectos de la red y

¹⁰⁶ Véase el trabajo publicado con motivo del segundo aniversario del Bayh-Dole act como el grupo de informes acumulados referentes a la Tecnología de la innovación y la Propiedad intelectual del año 2003 (5), temas especiales en “*Patents and University Technology Transfers*”, además del informe de Philippe Aigrain que examina más específicamente a las patentes algorítmicas de software, *11 Questions of Software Patentability if the US and in Europe, Software and Business Method Patents: Policy Development in the U.S. and Europe*, Centro para las políticas de la información, Universidad de Maryland, 10 de diciembre del año 2001.

¹⁰⁷ Véase por ejemplo el estudio realizado por Philippe Aigrain sobre la investigación y el desarrollo y la estrategia de transferencia de tecnología del instituto de investigación musical, IRCAM. Tenga en cuenta que los departamentos la transferencia de tecnología de las universidades suelen negar tal efecto ante las críticas a los estudios citados en la nota anterior; sin embargo, tal efecto se observa, sin duda, en la biotecnología, la biomédica, el software y otros campos de investigación.

¹⁰⁸ Arundel et al 2006, ver nota al pie nº 96.

(principalmente) de la titularidad de la propiedad intelectual; mientras que Google depende de la propiedad intelectual, en cierta medida, aunque principalmente basado en la premisa de que "el ganador se lleva todos los efectos de la red". Al parecer los efectos de la red tienen mucho menos tendencia a la determinación de los objetivos de la innovación como lo demuestra el comportamiento de la innovación de Google desde que cotiza públicamente (aunque Google ha comenzado a exhibir la "adquisición de empresa innovadora", comportamiento que se asocia a menudo con grandes fondos de capitalización). Este hallazgo es relevante para el debate en la última sección, puesto que los efectos de la red también están en el trabajo referente al software libre e incluso pueden funcionar a un grado más acelerado en el mismo.

8.1.3. La relación con el software libre

El software libre de innovación o la misma innovación, en un ámbito en el que el software libre desempeña un papel importante, se caracterizan por una situación en la que innovación previa está disponible para seguir aprovechándola y, en la cual, la nueva funcionalidad puede difundirse muy rápidamente, a un bajo costo de entrada en el proceso o en el uso. El software libre favorece los permanentes procesos de innovación y la rápida comercialización o el despliegue de uso. El software de código abierto está propenso a los efectos de la red tanto como el software propietario. La innovación del software libre puede conducir a la captura de externalidades positivas de parte de sus creadores, en particular, primero del mercado y de los efectos de la red, pero en formas y a un grado que no se compara con la capitalización sobre la base de la titularidad de la propiedad intelectual que monopoliza la libre reproducción de los artefactos de información. Particularmente, la actividad basada en software libre, naturalmente, apoya la interoperabilidad a través de estándares abiertos. Definido en términos económicos, estas son los estándares que conducen a un monopolio natural en la tecnología (como ocurre con todos los estándares); sin embargo, garantizan la plena competencia en el mercado de suministro de la tecnología, sin restricciones a través de la titularidad de la propiedad intelectual¹⁰⁹.

Sobre la base de las pruebas presentadas en las secciones anteriores sobre la existencia y la probabilidad de un aumento en la falta de asignación de recursos a la innovación, vale la pena

¹⁰⁹ Véase Ghosh, R.A. 2005c. "An economic basis for open standards", Informe del Proyecto FLOSSPOLs, Dirección General de la Sociedad de la Información de la Comisión Europea. Disponible en el sitio web <http://flosspols.org/deliverables/FLOSSPOLs-D04-openstandards-v6.pdf#search=%20open%20standards%20economic%22>

considerar cómo la innovación del software libre y un reajuste de los incentivos de la innovación, a fin de hacer al entorno de la innovación más equitativo a todas las formas de innovación, podría actuar como un correctivo.

Un ejemplo de este tipo de medidas de política viene marcado por la disyuntiva que ha sido recomendada por los científicos y los asesores de las políticas en el ámbito de la investigación y el desarrollo de la medicina¹¹⁰ entre el mercado para la innovación y el mercado de los productos. La idea es que para una innovación exitosa debe haber un mercado con beneficios para la innovación; no obstante, estos beneficios no deben adoptar la forma de precios de monopolio en los productos o servicios obtenidos. Sin embargo, esta interesante idea es difícil de aplicar en ámbitos en los que se tiene pocos medios para determinar el grado de utilidad de una innovación en una etapa suficientemente temprana, y por lo tanto, es difícil generalizar al software, por ejemplo.

Algunos enfoques más adaptados a la situación de la innovación que sólo pueden apreciarse después de un importante despliegue tendrían que abordar directamente la solvencia comparativa de modelos de innovación, al disminuir la intensidad o el alcance de la titularidad de la propiedad intelectual y/o mediante la creación de incentivos para la inversión entre iguales y en innovaciones de producción entre iguales, que en el caso del software libre significa software de innovación. Este último puede lograrse mediante medidas de créditos fiscales, la acción sobre las normas contables para la investigación y desarrollo, la adaptación de las normas de financiación del subsidio para investigación y desarrollo y los programas de investigación a fin de apoyar los resultados que se difunden bajo regímenes comunes tales como el software libre.

Incluso las medidas que fomentan la producción o el despliegue del software libre por otros medios tienen un efecto de reajuste sobre los modelos de innovación: la mayoría del software libre está disponible en un determinado dominio, los participantes menos significativos que usan importantes estrategias de capitalización para la titularidad de propiedad intelectual son capaces de imponer arbitrariamente los precios. Esta situación se ha observado ampliamente en las indicaciones de medicamentos, en las que los medicamentos genéricos (incluso de diferentes efectos terapéuticos) están disponibles y actualmente incrementándose para el software en aplicaciones como las suites ofimáticas en las que, por ejemplo, los clientes utilizan la amenaza de

¹¹⁰ Tim Hubbard y James Love, "A New Trade Framework for Global Healthcare R&D", *PLoS Biology* 2(2): e52
DOI: 10.1371/journal.pbio.0020052
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

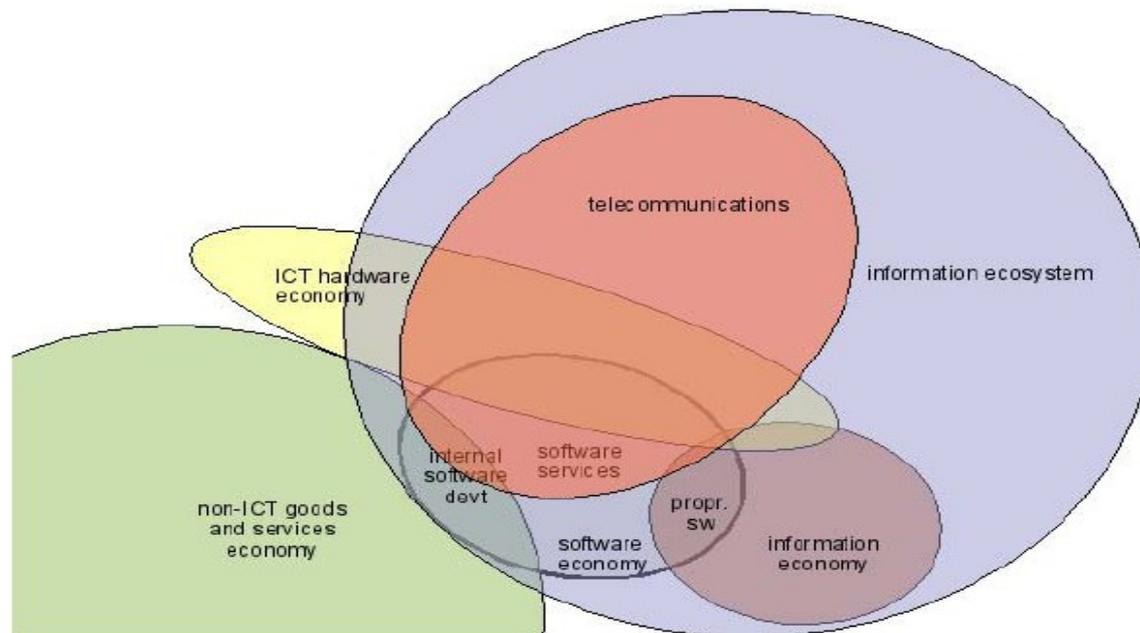
la competencia proveniente de las aplicaciones de software libre para lograr importantes reducciones en los precios, mientras se compran aplicaciones propietarias.

8.2. El mayor impacto del software libre: más allá de la Tecnología de la Información

Resulta esencial, claro está, analizar el impacto del desarrollo y despliegue del software libre sobre la economía del software y la economía de las TICs en general. Una transformación en una tecnología genérica esencial como las TICs pueden ofrecer sus posibles beneficios en Europa sólo si los participantes económicos europeos son realmente capaces de desarrollar estrategias de negocios alrededor de las TICs y, si las empresas nuevas y las existentes pueden utilizarlas para su beneficio. Sin embargo, ¿podemos detenernos aquí, teniendo en cuenta únicamente como referencia este estrecho universo?

En esta sección se presentan; por un lado, las cifras macroeconómicas que ilustran la compleja relación de la innovación de las TICs con la industria secundaria no relacionada con las TICs y; por el otro, el creciente desarrollo de una esfera de la creación de la información no comercial y de las actividades de intercambio. Este análisis proporciona una referencia contra la cual se proponen y discuten seis preguntas sobre “la contribución del software libre” a la economía europea y a la sociedad de la información.

Figura 55: El ecosistema más amplio de las TIC



Fuente: Philippe Aigrain, Sopinspace.

Como se muestra en la Figura 55, la economía del desarrollo de software representa sólo una parte del software: una parte creciente del desarrollo del software se realiza fuera de las transacciones económicas¹¹¹. Este es el caso, no sólo para una parte del desarrollo y despliegue del software libre, sino también para el desarrollo del usuario final en todas sus formas (desde formulas de hojas de cálculos pasando por macros, páginas Web de código HTML para los enlaces, formularios hasta archivos de órdenes). Los últimos proyectos como la "programación de la configuración", que se utiliza en sistemas de gestión de contenido y en servidores de aplicaciones, amplían este ámbito del desarrollo del usuario final.

A la parte del software que se encuentra en la economía monetaria (en el sentido de ser el objeto directo de las transacciones económicas, a saber, sueldos, servicios o venta de bienes) la llamamos economía de software; las ventas de licencias de software propietario representan sólo una pequeña parte. El desarrollo interno del software por parte de las organizaciones¹¹² (empresas y

¹¹¹ Se entiende por "outside economic transactions" (transacciones económicas externas) que la actividad del desarrollo o despliegue del software no es el objeto de una transacción económica. Por supuesto, los medios utilizados para esta actividad, como las computadoras, la conectividad, los insumos, la documentación impresa y a veces los viajes son objetos de transacciones económicas.

¹¹² La parte del desarrollo interno sigue siendo mal medido, ya que puede contabilizarse sólo si se realiza una suma analítica estricta de su efecto o por medio de estudios especializados. El trabajo pionero fue realizado a través de encuestas especializadas elaboradas por institutos estadísticos de Noruega y Nueva Zelanda a finales de la década de 1990. La fuerza de tarea conjunta de la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OCDE, por sus siglas en inglés) y Eurostat (2001-2002) fue capaz de demostrar una grave subestimación del desarrollo interno en muchos países y ha proporcionado las primeras cifras detalladas del mundo referentes a la Medición en inversión en software, informe de OCDE/STI 2003/6. Las cifras que proporciona este informe han confirmado las

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

administraciones) es mayor que las ventas de licencia del software propietario por un factor de más del 1,5 en la Unión Europea y más del 2,5 en los EE.UU.¹¹³, según un estudio¹¹⁴ realizado por la red FISTERA (véase Tabla 24).

Tabla 24: La economía del software: ventas, servicios y desarrollo *in-house*

Región	Licencias de software propietario	Servicios software (desarrollo y personalización)	Desarrollo interno
Quince países de la			
Unión Europea	19%	52%	29%
EE.UU.	16%	41%	43%
Japón	No aplica	No aplica	32%

Fuente: Red temática FISTERA

Suministrar los servicios de software externamente representan más del doble de la cifra de licencias de software propietario (la cifra estimada a partir de las mayores estimaciones de FISTERA incluye algunos servicios TI que no son software en sí).

Debe quedar claro que la mayoría del software desarrollado no se produce en empresas de software ni en el sector secundario del software de productores y equipos que incorporan software (instrumentos médicos, para nombrar el mismo ejemplo). A diferencia de los datos recogidos por FISTERA, diversas estadísticas oficiales muestran que unos de los mayores productores de software son, de hecho, los usuarios de software que crean software personalizado para sus propias necesidades: el software que se desarrolla *in-house* o "por cuenta propia" se estima que varía entre el 20%-40% de toda la producción de software del mercado en términos de valor, así como el empleo en software, con un 40-50% del mercado del software personalizado (adaptado a las estimaciones anteriores en los estudios pioneros).

¹¹³ Esta comparación del desarrollo interno del software con el del software propietario puede interpretarse como un indicador de la madurez de las capacidades dentro de la mano de obra y de la independencia estratégica de las empresas hacia los grandes proveedores propietarios. Hacer esta comparación, proporciona una valoración de la problemática de la situación de las organizaciones europeas en comparación con EE.UU.

¹¹⁴ Estimación de la actividad del software en la industria europea, informe en previsión de la red temática FISTERA en tecnologías de la sociedad de la información en el área de investigación europea. La cifra proporcionada por quince países de la Unión Europea en cuanto al desarrollo interno es una estimación de las cifras de los principales países para el año 1999. La distribución entre el software propietario y los servicios de software es una estimación para el año 2002.

necesidades de los usuarios por empresas externas)¹¹⁵. La economía del software en sí misma (que a su vez es sólo una parte de una actividad más amplia del software), sin embargo, representa una pequeña parte de la economía de las TICs en general. Los otros dos principales componentes de la economía del software (el hardware de las TICs en el sentido más amplio, que incluye al hardware de medios digitales, y las telecomunicaciones) son mucho más grandes. En realidad, el software sólo representa el 3,3% del PIB de 15 países de la Unión Europea, incluyendo el software desarrollado *in-house* y el que se desarrolla "por cuenta propia", mientras que los servicios de telecomunicaciones, propiamente hablando, representan el 2,6% del PIB, excluyendo los servicios de medios. El hardware (con exclusión de los equipos de medios digitales) representa el 1,4%, lo que aporta la infraestructura de las TICs con un 7,3% del porcentaje de la economía europea (Tabla 25). En general, cuando se realizan los cálculos de equipos medios digitales y equipos de distribución, de servicios minoristas y educación de las TICs, la economía total del suministro de medios para la producción, el intercambio y el acceso a la información representa alrededor del 10% del PIB en los países desarrollados¹¹⁶, de los cuales la economía del software representa aproximadamente una quinta parte (tal vez un poco más si se toma en cuenta que una parte muy importante de la educación en TICs involucra al software).

Tabla 25: Valoración de la economía de la infraestructura de las TICs en 15 países de la Unión Europea para el año 2005

Tipo de actividad productiva	Volumen financiero aprox. para 15 países de la U.E.	% del PIB de los 15 países de la U.E.
Productos software	70,51	0,63%
Software/servicios TI	192,98	1,73%
Software <i>In-house</i>	107,63	0,97
Servicios de telecomunicaciones	291,28	2,61%
Hardware	156,18	1,40%
Total	818,58	7.34%

Fuente: Cálculos de MERIT basados en la OECD (datos del PIB, mercados de las TICs de EITO para el año 2006, cálculos de FISTERA de la ruptura del mercado del software.

¿Cómo el 10% del PIB se compara con las ventas de información digital y los contenidos de

¹¹⁵ Véase, por ejemplo, Parker, R. & Grimm, B. 2000, "Recognition of Business and Government Expenditures for Software as Investment: Methodology and Quantitative Impacts, 1959-98" documento de la Oficina de Análisis Económico de EE.UU., disponible en el sitio web en <http://www.bea.doc.gov/bea/about/software.pdf>; Parker, R., Grimm, B. & Wasshausen, D. 2002. "Information Processing Equipment and Software in the National Accounts". Documento del congreso de la Oficina Nacional de Investigación Económica, disponible en el sitio web <http://www.nber.org/~confer/2002/crws02/wasshausen.pdf>; Hermans, T., 2002. "Measurement of GFCF in software in the Belgian National Accounts". En conjunto con ECE/Eurostat/OECD documento de la conferencia sobre contabilidad nacional. Disponible en el sitio web <http://www.unece.org/stats/documents/ces/ac.68/2002/12.e.pdf>

¹¹⁶ Cálculos de Sopinspace
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

todos los tipos, ya sea en tránsito o en línea, basados en unidad o suscripción (para estos últimos para distinguir la prestación de un servicio de telecomunicaciones con el suministro de contenido)? Como se observa en la Tabla 26, el total de ventas (volumen financiero, no valor agregado) de información (ya sea analógica o digital, en medios de comunicación o en línea) de todos los medios de comunicación y tipos está por debajo del 2,5% del PIB y no va más del 3,2%, incluso, cuando se añade los costos de distribución física que se incluyen, por ejemplo, en contenidos audiovisuales, herramientas de información vendidas como información (paquete software) o en los servicios de intermediación financiado por la publicidad. Cabe señalar que la mayor cantidad de esta cifra aún está constituida de tránsitos físicos lo que significa que el valor de las ventas de información, probablemente, está bastante sobrevalorado.

Tabla 26: Valoración de la amplia economía de la información (de 15 países de la U.E.)

Medios de comunicación o tipo de información	Volumen financiero aprox. para 15 países de la U.E. (mil millones de euros)	% del PIB para 15 países (8531 mil millones de euros para el año 2002)
Audiovisual (TV, video, cine, música, radio) la cifra incluye algunos servicios de distribución	100	1,17%
Libros	27	0,32%
Revistas y periódicos	37	0,43%
Prensa	47	0,55%
Información en línea de todo tipo, no se registra más arriba (máx.)	8	0,09%
Otros medios de comunicación (por ejemplo, fotografías y licencias)	2	0,02%
Licencias de software propietario	47	0,55%
Intermediarios (Google, Yahoo, etc.) máx. cifra calculada a partir de la publicidad en línea del mercado europeo	1	0,01%
TOTAL	269	3,15%

Cifras correspondientes al año 2002. Fuentes: Sopinspace, basándose en el Observatorio del Sector Audiovisual Europeo, EITO, Editorial Watch, Forrester Research (para publicidad en línea).

Estamos frente a una situación en la que la economía de los medios que proveen una actividad (mediante la creación, el intercambio y el acceso a la información) es aproximadamente cuatro veces más grande que la economía de la venta de los subproductos de esta actividad. Para los medios de comunicación en el que la libre producción ha explotado recientemente, como la fotografía digital, este ratio es de al menos 10:1. Esta situación indica, claramente, el hecho de que las TICs (y el software dentro de ellas) es una infraestructura. En realidad, es una infraestructura de dos ámbitos de actividad diferentes. Las TICs representan una infraestructura de un ecosistema de intercambio de información, cuya mayor parte escapa de la valoración económica, puesto que no

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

utiliza transacciones monetarias y es de una naturaleza no comercial en esencia (por ejemplo, las fotografías que son tomadas por cámaras digitales, que pueden dar lugar a ingresos indirectos para los transportistas u otros; sin embargo, rara vez para los productores originales, por ejemplo, cuando la BBC se basó en metrajés de telefonía móvil como la única fuente de imágenes de los atentados al metro de Londres ocurridos en julio del año 2005). La gran importancia de este campo de actividad humana también puede estimarse directamente, al utilizar los presupuestos de tiempo, e indirectamente, a través de las estadísticas del tráfico de Internet, por ejemplo¹¹⁷.

Las TICs (y el software asociado) también representa una infraestructura para la toda economía de bienes y servicios. Esta dualidad (el hecho de que las TICs constituyan una infraestructura par un ecosistema no comercial de actividades humanas, así como para la economía global) es la principal fuente de complejidad para las decisiones políticas. En la siguiente sección, se plantea una serie de preguntas como base para proseguir el debate. Su secuencia común es que incluso a partir de una perspectiva del impacto económico del software libre, vale la pena prestar toda la atención al impacto sobre el ecosistema de información humana, mientras que los encargados de formular políticas en Europa podrían perder muchas oportunidades de subestimar los retornos indirectos de la proporción de los ecosistemas de información.

8.2.1. Seis preguntas sobre la contribución del software libre a la sociedad de la información europea

Las preguntas a continuación plantean cuestiones sobre las formas posibles del impacto del software libre sobre el amplio universo que se ha analizado en la sección anterior. Cada pregunta uno se asocia con una descripción antecedente. En este contexto, debe interpretarse a la luz de las Tablas sobre "El posible impacto del software libre sobre mercados y actividades determinados " y "los medios de propagación entre los mercados y las actividades". Estas Tablas se presentan después de la discusión, en la sección 8.2.8, "Interacción entre el software libre y los diferentes mercados" en la página 154.

1. La innovación en nuevos campos de actividades y de productos vs la innovación en los

¹¹⁷ Para una interpretación más profunda de la relación entre el ecosistema de información y la economía, véase el trabajo de Philippe Aigrain en el capítulo 6, "*Cause commune: l'information entre bien commun et propriété*", Fayard, 2005 (en francés), o para una perspectiva de comunicación, Andrew Odlysko, "*Content is not King*". First Monday, 6 (2), febrero del año 2001.

- procesos y la productividad: ¿Puede el software libre comprobar la paradoja europea?
2. ¿Puede el software libre proporcionar un nuevo modelo de negocio en Europa para los innovadores que están más adaptados a la cultura europea?
 3. ¿Puede el software libre situar a la tecnología de innovación en la perspectiva de un modelo social que está avalado por consumidores y ciudadanos?
 4. ¿Puede el software libre ayudar a la industria europea a desarrollar estrategias de negocios dirigidas al amplio universo de la creación no comercial y al intercambio de información? ¿Cuáles son las condiciones para obtener el valor económico de este universo?
 5. ¿Puede un entorno jurídico más neutral y reglamentario en términos de modelos empresariales y de tecnología en información y contenidos dominar la ayuda a las estrategias de negocios de las TICs europeas y a las industrias relacionadas ellas?
 6. ¿Puede un mejor reconocimiento del software libre, en cuanto a reglas de contabilización, normas de financiación para programas de investigación y desarrollo, transferencia de tecnología y programas de capital inicial, ayudar a conducir nuevas vías de innovación?

8.2.2. Comprobar la paradoja europea

Ninguna economía puede darse el lujo de hacer una elección radical entre la innovación, que tiene por objeto nuevos productos y, posiblemente, nuevos ramos de las actividades, y la innovación que tiene por objeto una mejor eficiencia en los procesos o productos y servicios actuales. Sin embargo, la base de tiempo y las prioridades son cruciales.

Durante los últimos quince años del siglo XX, las estrategias empresariales de la industria europea, así como las estrategias en investigación y desarrollo del programa de Tecnologías de la Sociedad de la Información (IST, por sus siglas en inglés), se han centrado principalmente en la competitividad dentro de la industria, procesos y productos existentes. Hasta el año 1995, esta estrategia ha tenido éxito en cierto sentido: alcanzó a su objetivo y los incrementos de productividad fueron mayores en Europa por cerca de un por ciento por año en comparación con los de EE.UU. Sin embargo, estos logros se han obtenido sin la creación importante de nuevos campos de la industria o nuevos productos¹¹⁸, en particular en el ámbito de aplicaciones generales de fines

¹¹⁸ La comunicación móvil es citada, a menudo, como un ejemplo clave contrario. Por supuesto, es un verdadero triunfo y se basa en activos europeos específicos, por ejemplo, en el ámbito de la normalización por adelantado. Sin embargo, sigue siendo un nicho de actividad muy similar a una actividad pre-existente. La defensa de las posiciones dominantes en este ámbito ha desempeñado un papel importante en la limitación de la aprobación de

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

personales de las TICs. Desde el año 1995, la diferencia en las ganancias se ha desviado repentinamente a la dirección opuesta, con una diferencia de más de un por ciento por año a favor de EE.UU. Existen diferentes explicaciones sobre las razones de este cambio repentino en el rendimiento y la noción de la productividad, como también representa motivo de debate la medición de este cambio en referencia a la salida correspondiente a una hora de trabajo¹¹⁹. Sin embargo, existe un consenso general de que la diferencia en la capacidad para invertir en las TICs y su uso han desempeñado un papel clave en esta transformación.

Curiosamente, la mayoría de las explicaciones han puesto de relieve el bajo nivel de inversión en el uso *in-house* de las TICs en las empresas europeas a partir del año 1995¹²⁰, lo cual resulta extraño ya que, de todos modos, tales inversiones habrían tomado varios años antes de entregar resultados concretos. Se deja de notar que este (relativamente) bajo nivel de inversión se produjo después de un largo período durante el cual la industria europea invirtió mucho en el aumento de la productividad en las industrias tradicionales basadas en técnicas de organización, sustitución de trabajo por máquinas en función de los costos de optimización de las TICs. Durante el mismo período en EE.UU., después de un período de gran auge en la inversión de tecnología genérica de las TICs durante las décadas de los años 1970 y 1980, su despliegue se vio alentado por las inversiones (de capital de riesgo, de inversores personales y de política pública durante la primera Presidencia de Clinton) en las empresas en desarrollo de funcionalidad innovadora, aun cuando los modelos empresariales correspondientes eran inciertos.

Una explicación para esta brecha en el crecimiento de la productividad de la inversión, al menos, debe tenerse en cuenta es la hipótesis sugerida por muchos economistas del cambio tecnológico¹²¹: la inversión en tecnología proporciona crecimiento productivo y empleo a largo plazo si se centra especialmente en los nuevos ramos de actividad y en nuevos productos. Si los ramos existentes se centran demasiado en el aumento de la productividad a corto plazo, por supuesto, motivan el crecimiento a corto plazo; sin embargo, se produciría un impacto menos

apertura del propósito general basado en aplicaciones de propiedad intelectual en Europa.

¹¹⁹ Algunos analistas utilizan una medida por trabajador, que también es sujeto de cautela.

¹²⁰ Véase un ejemplo típico en “*Is Europe Suffering from Productivity Paralysis?*”, *Business Week*, 2 de agosto de 2004.

¹²¹ Véase un ejemplo en Marco Vivarelli, *The Economics of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence*, Elgar, 1995, o en Chris Freeman, Luc Soete, *The economics of Industrial Innovation*, MIT Press, 1997.

favorable sobre la tasa de empleo y un período de tiempo más corto. EE.UU. al invertir más en la nueva industria y los nuevos productos, se ha puesto en una situación en la que, cuando tuvo lugar el increíble desarrollo de la Red a mediados de 1990, pudo obtener tantos ingresos de su inversión, e invertir en cuanto a productividad en los ramos existentes en un contexto donde la destrucción de puestos de trabajo asociada, inevitablemente, con este tipo de inversión, fue soportable. Muchos otros factores, por supuesto, desempeñan un papel importante como los servicios de desarrollo en los puestos de trabajo en EE.UU., el auge inmobiliario americano, la gran disponibilidad de capital de riesgo y otra fuente de financiación para el despliegue de la innovación en EE.UU., los esfuerzos en Europa para cumplir los criterios necesarios para la moneda única y el alto costo de la reunificación de Alemania. Diferentes tipos de factores relacionados con la cultura empresarial y el respaldo social para la tecnología se exponen en las próximas dos secciones.

El software libre desempeña un papel tanto en la innovación y la competitividad en los procesos y en el establecimiento de las bases de nuevas normas, la funcionalidad y el uso social (que posteriormente dan lugar al crecimiento económico). Sin embargo, la contribución en el antiguo dominio es mucho más específica en comparación con el software propietario y otros modelos que restringen el seguimiento de la innovación. El software libre y el software propietario o los algoritmos patentados (cuando existen) son favorables a la innovación funcional y a los nuevos productos relacionados. Sin embargo, están a favor de diferentes tipos de innovación funcional. Los mecanismos de innovación propietaria favorecen la innovación de componentes tecnológicos apropiados. Al dejar de lado a los grandes participantes del software propietario, cuyas estrategias de innovación están impulsadas, en gran medida, por sus modelos empresariales existentes, los mecanismos de innovación propietaria, a menudo se utilizan por nuevas creaciones y ventajas tecnológicas inesperadas. En el ámbito de las aplicaciones empresariales, tales elementos pueden tener modelos empresariales demostrables de manera inmediata, como la utilidad de la funcionalidad que ofrecen, y pueden ser evaluados dentro de un marco de uso existente¹²². El éxito de estas estrategias en el ámbito del uso social en general es mucho más claro: el éxito de la innovación en este ámbito depende de la existencia de un gran número de componentes

¹²² Contrariamente a lo que se suele suponer, el capital inicial de las TICs y la inversión del capital de riesgo, tanto en EE.UU. como en Europa se ha ido principalmente a las empresas que desarrollan aplicaciones empresariales (en contraste con la situación de la biotecnología, donde la mayoría del capital de riesgo se invierte en empresas de investigación). La financiación de la innovación de método ascendente para el uso general ha seguido caminos diferentes, como la inversión personal (en particular por los empresarios resultó provechoso en anteriores empresas, por ejemplo, James Gales para Wikipedia) o la compra de complementos (un ejemplo típico es la adquisición de Writely por Google).

interdependientes, de un amplio despliegue experimental de bajos costos de entrada y de la confianza de usuarios avanzados en la independencia de la tecnología. Como lo demostró el éxito de la Internet, la Web o los acontecimientos más recientes en la creación de la colaboración y el intercambio de información, este objetivo es mucho más fácil de lograr en una cultura con base en el software libre.

8.2.3. Suministro un nuevo modelo empresarial

Robert J. Gordon¹²³, en su artículo "*Why was Europe Left at the Station When America's Productivity Locomotive Departed*" ha examinado un amplio ramo de explicaciones para la diferencia en la productividad observada desde la segunda mitad de la década de 1990. La mayoría de los factores que el autor considera importantes giran en torno al contexto de la innovación en los Estados Unidos y al modelo social americano (incluyendo componentes como la expansión urbana masiva y la gran concentración de distribución de bienes). En particular, el autor destaca el papel de la cultura de la innovación competitiva y el espíritu empresarial. La mayoría de los comentaristas de sus conclusiones han destacado la necesidad de Europa de imitar a EE.UU. Este hecho puede entenderse en diferentes niveles: si es sólo una cuestión de insistir en la necesidad para una mayor inversión en TICs y en su adopción innovadora, habría poca que discutir. Sin embargo, si el mensaje es que los medios utilizados para tal efecto tienen que imitar los que se utilizan en EE.UU., podría ser una receta para el fracaso en Europa, al menos fuera del Reino Unido¹²⁴.

No es pequeña la cantidad de jóvenes innovadores de software en Europa. Mientras que muchos comentaristas lamentaron la falta de riesgos tomados por los innovadores y reclamaron la puesta en marcha de incentivos para multiplicar el número de riesgos tomados, los jóvenes

¹²³ Informe N° 16001 del *Bureau of Economic Research* (Oficina Nacional de investigaciones económicas), agosto 2004.

¹²⁴ El Reino Unido dispone de dos tradiciones que facilitan la adopción de estrategias como las de Estados Unidos: la primera, un gran e interesante financiamiento de las universidades y de la investigación académica y, la segunda, una gran cultura de los beneficios que conlleva a los jóvenes innovadores creer en el espíritu empresarial. Resultó más rápido, por ejemplo, imitar el *the Bayh-Dole Act* que el de otros países europeos que suelen poner en marcha incentivos similares, precisamente, cuando EE.UU. y el Reino Unido estaban empezando a revisar su evaluación en términos críticos. Para análisis del efecto de *the Bayh-Dole Act* en EE.UU., véase el trabajo recogido en el número especial de *Innovación Tecnológica y Propiedad Intelectual (Technology Innovation and Intellectual Property)*, del año 2003(5), diciembre 2003, en el sitio web <http://www.researchoninnovation.org/WordPress/?m=200212>.

desarrolladores de software en Alemania, Francia, Holanda y Escandinavia han puesto a Europa a la vanguardia mundial en contribución al software libre, incluso para la mayoría de sus componentes innovadores. En Europa se han originado y desarrollado proyectos innovadores como KDE, VideoLan o una serie de proyectos de criptografía. También es frecuente en la mayoría de los proyectos estadounidenses en tecnología avanzada en el ámbito del software libre tienen su núcleo de desarrolladores en Europa (incluida Europa Central y Oriental). Los desarrolladores europeos también aportan una contribución destacada a proyectos de software libre que, simultáneamente, son apoyados por las redes de pequeñas empresas como Zope/Plone. Estos desarrolladores de software libre europeos no se oponen a los riesgos ni a las empresas. Tanto en Francia como en Alemania, existe un alto porcentaje de creación de PyMEs de software libre, a menudo con un riesgo financiero personal elevado de parte de sus creadores, puesto que reciben un limitado apoyo público¹²⁵ o un servicio de video conferencia.

Las PyMEs de software libre, las actividades y las organizaciones no gubernamentales relacionadas con el software libre en laboratorios de investigación de universidades y de personas que continuamente crean un modelo de innovación colaborativo en el que los participantes que colaboran para crear uso y mercado compiten por las empresas y la financiación. Sus mayores éxitos se miden por la innovación en el uso generalizado. No se conoce el alcance exacto en el que este ramo puede producir resultados, además, queda claro que no va a sustituir a la empresa basada en innovación propietaria (en particular por materiales y sistemas complejos de innovación), a los grandes consorcios industriales o a la investigación académica. Puede ser útil para Europa ofrecer este modelo debido a la consideración, ya que está claramente apoyado por las nuevas generaciones de innovadores, que también son motivados en gran medida por elementos de utilidad social discutidos en la próxima sección.

8.2.4. Garantizar la innovación de la tecnología adoptada por los ciudadanos

El éxito en la aplicación de la tecnología en beneficio de una sociedad depende de la adecuación de un modelo de sociedad que esté aprobado por la población, la tecnología que sirve a este modelo social y lo facilita, además de un entorno político que funcione para ambos. La Europa

¹²⁵ A excepción de la tasa de créditos para investigación y desarrollo para empresas innovadoras nuevas, que con frecuencia presentan dificultad para ser usados por las PyMEs de software libre debido a sus limitados recursos humanos y financieros a fin de conducir la investigación y el desarrollo.

de hoy se caracteriza por una gran desconfianza por parte de una parte significativa de los ciudadanos (entre los cuales muchos son jóvenes y personas potencialmente innovadoras) a los objetivos y motivaciones del despliegue de la tecnología. Este desinterés o desconfianza se refleja en toda Europa a través de la crisis de entrada de estudios científicos y tecnológicos, y además, en el hecho de que la tecnología se debate, a menudo, como "un problema" en lugar de señalarse con entusiasmo. La respuesta política ha sido asumir que esta situación se presentó debido a una insuficiente comprensión o conocimiento de la realidad de la ciencia y la tecnología y, por tanto, el gobierno se centró en una mejor comunicación. A escala europea y nacional, ya se ha ido más allá de esta respuesta y está ganando reconocimiento la necesidad de amplios debates entre los ciudadanos sobre la orientación y los posibles riesgos de la tecnología.

Existen caminos complementarios y prometedores a fin de que los ciudadanos europeos se reconcilien con la innovación tecnológica: reconocer cuando aprobarla y ayudarles a crearla cuando así lo deseen. La juventud europea ha acogido con entusiasmo a las TICs cuando ofrecen la capacidad de expresarse (blogs), de compartir información con otros (uso compartido de archivos P2P, intercambio de imágenes etiquetadas, etc.) y de interactuar con otros (SMS, chat, etc.)¹²⁶. Una parte de estos jóvenes ha demostrado que estaba en condiciones de invertir grandes esfuerzos en la acumulación de la tecnología o de su despliegue innovador. Potencialmente, esta situación representa una gran ventaja, sin embargo; en la actualidad se trata de activos de reserva en el sentido de que ha habido un apoyo muy limitado, ya sea por la industria o por la política del modelo basado en la sociedad de la información¹²⁷. Los modelos dominantes que se promovieron durante el 5º y 6º programa marco fueron los de una sociedad de la información completa basada en la inteligencia ambiental, donde esta última fue descrita como el cuidado de la tecnología para las necesidades de los consumidores mediante la entrega de sus contenidos y experiencias, lo que es todo lo contrario a la apropiación de tecnología por parte de las personas para crear e intercambiar.

Europa se encuentra en una encrucijada con respecto a la forma en que promueve a las TICs.

¹²⁶ La juventud europea ha demostrado una gran disposición a pagar por los medios que le permitan realizar estas actividades. Encuestas y estudios como los realizados en Francia para la Alianza de Artistas Públicos (*Alliance Public-Artistes*) (<http://www.lalliance.org>) han demostrado que esta disposición a pagar se extiende a las tasas necesarias para garantizar que algunas de estas actividades tengan beneficios para los creadores, cuando esto puede hacerse sin intromisión o bloqueo de control tecnológico sobre el uso.

¹²⁷ Para un análisis detallado de algunas rasgos de este modelo, véase Philippe Aigrain, *Attention, Diversity and Symmetry in a Many-to-Many Information Society*, *First Monday*, 11 (6), junio 2006.

Si elige el camino de la sociedad de la información, “varios a varios”, que permita un continuo de posiciones entre los receptores de los productores profesionales, el software libre puede ser una poderosa herramienta que le ayude a seguir este camino. Sin embargo, ¿cómo puede la industria europea obtener beneficios de esta herramienta? Ese precisamente es el tema de la próxima sección.

8.2.5. Derivación del valor económico de la producción no comercial

A pesar de los éxitos a nivel de infraestructura, tales como la implantación de la banda ancha, la comunicación por tecnología móvil o los beneficios secundarios de la fotografía digital en medios de almacenamiento y los componentes electrónicos, la industria europea ha luchado para capturar el valor de las TICs basadas en la creación y el intercambio de información no comercial. En primer lugar, hay que reconocer que la creación de empresas a través de la captura de externalidades positivas de los intercambios no comerciales resulta exclusivamente difícil. Proporcionar los dispositivos físicos y de la infraestructura de telecomunicaciones necesaria para el intercambio de información ha sido un éxito, además, hemos visto más arriba que este en sí es una gran fuente de valor económico. Sin embargo, uno no puede detenerse allí, sobre todo si se considera que la innovación de las TICs ejerce presión sobre la cantidad de valor económico que se pueden derivar de esta perspectiva de la infraestructura de la información.

Ya para el año 1973, Daniel Bell¹²⁸ había señalado que dentro de una sociedad donde la información juega un papel central, lo que la hace en este sentido¹²⁹ una sociedad de abundancia; continuará una cantidad de escasos recursos y actividades que los aplique. Entre estos recursos y actividades Bell no sólo enumera a las “posiciones” evidentes (no todo el mundo puede ser el *blogger* más popular), sino también a las funciones de mediación: la animación de los intercambios de información, el filtrado y la presentación editorial de abundante información para los usuarios.

¹²⁸ *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, Harper-Colophon Books, 1973.

¹²⁹ Incluso en las sociedades europeas, la abundancia no es la regla en todos los ámbitos, mientras que el medio ambiente, el clima y la crisis energética dan grandes incentivos a la cuidadosa gestión de los recursos escasos y agotables.

Las empresas que han logrado capturar exitosamente las externalidades positivas provenientes de actividades no comerciales lo han hecho precisamente desde Slashdot a Flickr, desde Google hasta MySpace, desde Ohmynews a Agoravox. En muchos casos, estas empresas lo hacen basadas en software libre y en estándares de software libre integrado y, en todos los casos, utilizando mecanismos de colaboración como el software libre entre los prosumidores. Sin embargo, hay una dificultad principal que se deriva del valor económico de estas actividades que surge de un problema de agregación clásico y de los costos de transacción:

- El valor entregado por la simple prestación de un servicio de mediación a un determinado usuario es bajo, por lo que se necesita algo de mecanismo de agregación para que así, el valor pueda extraerse a un nivel complejo.
- Los costos de transacción son firmemente rechazados, y con razón, en la esfera de intercambio de información basada en las TICs, porque los controles asociados, las elecciones del usuario necesitado o las transacciones monetarias derrotan los grandes beneficios de las TICs¹³⁰.

La respuesta predominante a estos retos ha sido la utilización de modelos de negocio publicitarios, pero existen pruebas de que este modelo se ve macro económicamente limitado (entre el 1% y el 2% del PIB) y los riesgos contaminan o sesgan el ecosistema de los intercambios de información que los servicios correspondientes intentan servir.

A partir de los últimos documentos¹³¹ de autores activos del software libre han examinado los distintos modelos que se podrían utilizar para resolver el reto de obtener el valor económico de los servicios que median en el intercambio de información no comercial. Entre ellas se incluyen la consideración de servicios de valor añadido para ayudar a los usuarios a moverse a través de la continuidad hacia las funciones profesionales, las suscripciones para miembros de la comunidad y los esquemas de mutualización no convencionales (basados en honorarios legales y donaciones). El jurado aún está deliberando sobre qué modelos pueden funcionar para aquellos servicios y en

¹³⁰ Véase Yochai Benkler, *Coase's Penguin, or Linux and the Nature of the Firm*, Yale Law Journal, 112, 2002 y Clay Shirky, *The Case Against Micro-Payments*, OpenP2P, diciembre 2000, en el sitio web <http://www.openp2p.com/pub/a/2000/12/19/micropayments.html>

¹³¹ Brian Behlendorf, "How Sustainable Business Forms around Open Software and Lessons for Other Media", Congreso FM10, en First Monday, y Philippe Aigrain, "Attention, Diversity and Symmetry in a Many-to-many Information Society", First Monday, 11(6), junio 2006

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

aquella, sin embargo, el software libre y sus aplicaciones representan una de las principales bases para la experimentación. Por un lado, la creación de asociaciones entre el software libre, la información común y la colaboración de los participantes de los medios y, por el otro; la mayor industria de las TICs, podría desempeñar un papel clave en este sentido. Estas asociaciones pueden tener éxito sólo si los grandes actores del sector reconocen las propiedades constitutivas de las comunidades de información abierta y si movilizan sus habilidades de innovación a fin de servir a estas propiedades.

8.2.6. La construcción de un entorno jurídico y reglamentario más neutral

En los últimos años, el ecosistema de la creación y el intercambio de información no comercial han sido sometidos a tendencias contradictorias. El software libre es un importante facilitador para las actividades correspondientes y ha recibido un reconocimiento cada vez mayor en el ámbito de la política, así como en los debates de reglamentación: el apoyo a la innovación en software libre en Europea y los Estados miembros de programas de investigación y desarrollo, el despliegue en las administraciones, la consideración del impacto de medidas reglamentarias referentes al software libre en los debates de habilidad de patentes de software, así como en los debates de transposición en la Directiva 2001/29/CE del Parlamento Europeo, el reconocimiento del software libre como un dominio importante para las medidas de políticas de competencia. Paralelamente, el dominio de información más general ha madurado a una velocidad impresionante. Las licencias de Commons Creativas y los movimientos relacionados han ayudado al software libre a obtener bases contractuales específicas para el intercambio voluntario de información que, anteriormente, se hacía a menudo en términos implícitos. La publicación científica de acceso abierto se está convirtiendo en el paradigma de referencia para el intercambio y la difusión del conocimiento científico. Los medios de comunicación de colaboración, que se limitaban a ámbitos especializados o a las comunidades políticas, ahora son parte de un fenómeno general que recibe la atención de los grandes magnates de los medios. El intercambio de fotografías basado en la Web es una explosión sin precedentes de la diversidad y plantea rápidamente el nivel de calidad de los contenidos de los prosumidores. Tendencias similares se encuentran en una etapa preliminar en los medios de comunicación como la música y el vídeo.

Mientras tanto, el intercambio no comercial y no autorizado de trabajos protegidos entre

particulares que se han convertido en una práctica sistemática entre la juventud europea y más allá, fue un factor clave para el despliegue de la banda ancha, sin embargo; no resulta claramente sostenible en términos de la falta de remuneración y financiación de los creadores y editores¹³².

En el mismo período, las aportaciones a la evolución del marco regulador se han visto dominadas por las exigencias del suministro de información comercial centralizada y los contenidos como lo representan las estrategias empresariales de los medios de comunicación y de los proveedores de tecnología que aplican control de acceso y uso. Los participantes de la industria europea de las TICs que no tienen intereses directos en la gestión de derechos digitales (DRM) y que han adoptado tecnología similar, en la mayoría de los debates, una posición de limitación de daños, lo que limita los riesgos de responsabilidad y la protección del núcleo de operación de la tecnología de efectos secundarios de movimientos regulatorios. Por razones de fijación de precios a corto plazo, la mayoría de los participantes de las TICs han adoptado una posición hostil a los honorarios o a los sistemas de remuneración para productores y creadores de contenidos que se intercambia en línea de manera no comercial entre los usuarios o que se reproduce en tránsito. En la práctica, las exacciones, tasas o regímenes legales de concesión de licencias aportan una cuota cada vez mayor de los ingresos de los creadores y ejecutores, porque sin duda, tienen propiedades de bienes en cuanto a la agregación y la coacción de costos que son tan importantes en la esfera de la información. A pesar de ello, las iniciativas de la reglamentación están, a menudo, centradas en los planes para eliminar las en el nombre de su sustitución por un sistema de DRM. Las sociedades colectivas de las sociedades (en particular por la música), que son legales en algunos países, los monopolios estatales concedidas y en otros oligopolios de hecho se han negado a autorizar a sus miembros para dar un estatus de commons creativos a sus obras por falta de intercambios no comerciales, obligándolos en la práctica a perder todos los beneficios de la gestión colectiva y la redistribución centralizada si quieren explorar la ruta de commons creativos.

Los resultados de esta situación son que el marco regulador y la parte de la política son cada vez menos neutrales hacia la exploración de los negocios y los modelos de financiación para los contenidos en línea, además, también pierden la neutralidad en términos de la infraestructura de la tecnología. Algunas de las legislaciones recientemente adoptadas (por ejemplo, la transposición en

¹³² Existe el debate sobre si el intercambio de información no comercial de las representaciones de resultados de trabajos protegidos o no en pérdidas de ventas de los transportistas. Sin embargo, a largo plazo, el contenido digital en línea está obligado a ser el principal sistema de distribución y acceso, lo que significa que debe ir acompañado de una manera menos indirecta con flujos de ingresos para los creadores y productores.

Francia de la Directiva 2001/29/CE) tienen un fuerte impacto negativo para el software libre, debido a la introducción de posibles Gestiones de derechos digitales (en adelante DRM, por sus siglas en inglés) obligatorias para algunos tipos de software y para las restricciones a la divulgación del código fuente para el software que consigue la interoperabilidad con las medidas técnicas de protección. Los debates sobre la neutralidad de Internet en EE.UU. están demostrando que son el tejido básico de la fábrica de infraestructura de la información que está en juego a un nivel más general.

Sin entrar en discusión sobre la legislación precisa que está fuera del alcance de este estudio, pudieran abrirse nuevas vías para el desarrollo de la industria europea de las TICs con debate abierto "ininterrumpido" sobre los requisitos para el establecimiento de un terreno neutral en términos de infraestructura de la tecnología, modelos de negocio y remuneración o planes de financiación para la creación.

8.2.7. Innovación a través de una mejor contabilidad y reconocimiento del software libre

La creación de software que es de libre uso, distribución y modificación es una actividad con limitaciones específicas: se produce un bien común que puede ser utilizado por todos, socios o competidores, en el propio país o el mundo. En este sentido, esta creación es similar a la creación de conocimiento abierto por la investigación básica precompetitiva, aunque puede estar más cerca de las actividades del mercado. La propia novedad de esta actividad se explica por qué es difícil encontrar los incentivos adecuados para fomentarla cuando se considere necesario.

A pesar de una recomendación dada por la OCDE (1993), la mayoría de los países de la Unión Europea no cuenta con desarrollo de software *in-house* o con el desarrollo de software obtenido externamente como una inversión. Este hecho crea dificultades para obtener un buen conocimiento de la economía del software. Más allá de eso, es un problema para el desarrollo del software libre por parte de las empresas. En algunos casos, las empresas de software libre o las empresas que desarrollan algo de software libre pueden dar cuentas de las actividades correspondientes en virtud de la investigación y el desarrollo y se benefician de los incentivos de investigación y desarrollo. Se han propuesto planes que generalizarían los tipos de créditos fiscales en cuanto a investigación y desarrollo para incentivar así el desarrollo de software libre, aun cuando esos créditos no cumplan los criterios de investigación y desarrollo. La aplicación práctica de estos

sistemas requiere de una serie de asuntos, tales como la evaluación retroactiva de la utilidad del software. Otros programas como el de "fondos de premio" que se han propuesto en el ámbito de los productos farmacéuticos¹³³ crean incentivos similares, sin embargo, plantean cuestiones diferentes, ya que requieren la identificación a priori de las zonas en las que se dirigen los desarrollos.

Los Estados Miembros y los europeos tienen cada vez más programas de investigación a un 50% de costos de financiación compartidos¹³⁴ como su regla principal. Esta elección se basa en asegurarse de que, sin tanta evaluación individual compleja, se respeten los límites establecidos en el protocolo de la OMC (Organización Mundial de Comercio) sobre las ayudas estatales a la investigación y el desarrollo. De manera más general, la aplicación indiscriminada de normas orientadas a la competencia en el caso de la producción de un bien común que sea disponible para todos los competidores requiere alguna revisión. En la práctica, el beneficiario de la financiación en investigación y desarrollo, cuyos resultados se difunden como software libre, adquiere algún tipo de ventaja competitiva a lo largo de las líneas de los clásicos modelos de negocios basados en software libre como "el mejor conocimiento de aquí" o por haber orientado a la funcionalidad de las opciones de software. Este hecho justifica una participación en los costos, sin embargo, se sigue la regla, que resulta 50% dudosa. En la práctica, la mayoría de las acciones en investigación y desarrollo que han apoyado con éxito a proyectos de software libre (en particular cuando fue necesaria la participación de la empresa) han utilizado nicho de acciones experimentales para lograr un mayor porcentaje de financiación. La adaptación evidente (por ejemplo, a las "normas de participación" para la investigación y el desarrollo en la Unión Europea) podría proporcionar los incentivos adecuados para una mayor difusión de los resultados de los programas marco como el software libre.

Más allá de la etapa inicial de difusión, similar a la temprana etapa de alta en caso de fallo común para la puesta en marcha de proyectos de software de negocios y comerciales, los proyectos de software libre tienen un alto índice de sostenibilidad con la formación de una estructura de gobierno auto-organizado¹³⁵. Las PyMEs de software libre tienen tasas de supervivencia tan

¹³³ Véase por ejemplo *Creating Alternative Incentives for Pharmaceutical Innovation, Clinical Therapeutics*, 18(1), 2006.

¹³⁴ 35% para las acciones de demostración.

¹³⁵ Véase J. M. González-Barahona y G. Robles. "Unmounting the "code gods" assumption. In *Proceedings of the Fourth International Conference on eXtreme Programming and Agile Processes in Software Engineering*", 2003, disponible en el sitio web <http://libresoft.urjc.es/downloads/xp2003-barahonarobles.pdf#search=%22Unmounting%20the%20E2%80%9Ccode%20gods%20%9D%20assumptio>

n%22 ; véase también Michael K. Bergman, "Open Source and the 'Business Ecosystem'", AI3, 31 de agosto 2005, © 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

favorables como otras PyMEs. Sin embargo, a pesar de las notables excepciones¹³⁶, la política de transferencia de tecnología, los programas de capital inicial financiados públicamente, los programas de las grandes empresas semillas, aún están perturbados con los planes de negocio centrados en software libre. Esto puede representar un caso para una mejor comunicación de las oportunidades. El creciente espacio dedicado a las estrategias basadas en software libre en la comunicación de los servicios de asistencia en el ámbito de la propiedad intelectual de la Dirección General de Investigación (en adelante DG RTD, por sus siglas en inglés), es un indicio del cambio en este sentido.

8.2.8. Interacción entre el software libre y los diferentes mercados

La posible interacción entre el software libre y los diferentes mercados y las posibles vías de propagación de influencia de un segmento a otro se ilustran en la Tabla 27 y 28.

Tabla 27: Posible impacto del software libre sobre mercados seleccionados

Mercado o actividad afectada (por debajo) y efecto del software libre (derecha)	Impacto negativo de factores del software libre sobre el mercado afectado	Impacto positivo de factores del software libre sobre el mercado afectado	<i>Posible</i> resultado teniendo en cuenta las vías de propagación entre los mercados (que habrán de comprobarse en diversas dimensiones temporales)
Paquetes de software propietarios	Canibalización del mercado por productos de software libre que compiten, la presión sobre los precios de monopolio basados en la propiedad intelectual	Contribución de software libre a la adopción de nuevos mercados y ramas de actividad (por ejemplo, la comunicación Web, fotografía digital) conduce a una demanda de software propietario	En general, ligeramente negativo
Servicios de software incluyendo la integración de sistemas y proveedores de soluciones	Precios forzados cuando las licencias de software se utilizan para generar un mercado de servicios cautivos y, generalmente, porque los consumidores son menos dependientes de los proveedores. Posibles efectos negativos de una mayor fragmentación de los productos ofrecidos en el mundo de software libre, aunque también efectos de red positivos. El software libre favorece la reinternalización del desarrollo del software (no es realmente un impacto negativo, más bien un cambio a la producción <i>in-house</i>)	Si bien las normas de facto con implementaciones de software libre no favorecen a los proveedores en particular, estos promueven la interoperabilidad con los nuevos servicios soportados por los nuevos vendedores y promover el desarrollo de nuevos ámbitos de aplicación. Relativa ventaja competitiva para los participantes de la prestación de servicios basados en software libre	Positivamente moderado. Debido a las limitaciones presupuestarias en los servicios de adquisiciones, el valor de las ganancias de dinero se absorbe para ofrecer una mejor funcionalidad de la calidad en la actividad que requiera el servicio. A más largo plazo, posiblemente mayor impacto positivo.
Servicios de infraestructura de información (equipos de medios y de TI, telecomunicaciones)	Resistencia por parte de agentes de software a un mayor uso del software libre puede conducir a algunas perturbaciones temporales, como que los vendedores traten de mantener la cuota de mercado por	Ampliación del mercado a través de una combinación de precios más bajos y nuevos ámbitos de uso (ver más abajo intercambio de información libre de transacción monetaria). Una mayor fiabilidad y	Muy positivo (por ejemplo, validado a través de la adopción de software libre por parte de las telecomunicaciones y la industria secundaria de software, los fabricantes de dispositivos de red,

¹³⁶ Ver “The ObjectWeb consortium”, por ejemplo.

	negarse a revelar información de interoperabilidad o evitar el uso multi-plataforma por los consumidores.	ganancias de costos relacionados.	software integrado, etc.)
Servicios de contenido de economía de la información	Puesto que usar software libre se correlaciona con el intercambio de información y la diversidad, se puede tener un impacto negativo sobre los editores de contenido que manejan los precios mediante el control de su mercado y la limitación artificialmente de la oferta.	A largo plazo, posible desarrollo de negocios para servir a las demandas que se forma en los intercambios libres (por ejemplo, una publicación de contenido a posteriori cuyo valor se incrementa a través del uso, por ejemplo, Wikipedia).	Moderadamente negativo a corto plazo, más cercana a la posición neutral a largo plazo
Intercambio de información sin transacciones monetarias (la comunicación interpersonal, basada en la creación de commons y en el intercambio de información)		Fuerte sinergia entre el desarrollo y uso del software libre y el crecimiento de la información común y la actividad de comunicación interpersonal. La contribución del software libre a los estándares abiertos y la educación también resulta favorable.	Muy positivo (no es un impacto directamente económico, no obstante, tiene efectos sobre la demanda para la infraestructura de la información y los servicios de software)
Economía no de la TI/usuarios secundarios de TI (fabricación no TI, servicios no de información como turismo, cuidado personal, administrativos, de salud, etc.)	Algunas interrupciones iniciales debido a la inercia de los modelos de negocio que tratan de imitar los efectos del monopolio de información en otros sectores, así como los costos de migración inicial (pero una sola vez) envueltos en el movimiento del software libre	Independencia de parte de los proveedores, competencia en la fuerza de trabajo, el regreso de la iniciativa, la elección y el control de las organizaciones de usuarios, más capacidad de inversión gracias a la visibilidad del futuro de la tecnología y la confiable disponibilidad de estándares abiertos no controlados por los proveedores dominantes.	Para los servicios administrativos, de salud y educación, las ganancias en productividad pueden ser absorbidas para ofrecer a los usuarios una mejor calidad. Para la fabricación y los servicios de mercado, el impacto resulta muy positivo

Tabla 28: Vía de propagación entre los mercados y las actividades

<i>¿Cómo el crecimiento en algunos mercados (debajo) puede afectar el crecimiento en otros (derecha):</i>	Paquetes de software propietario	Servicios de software, integración de sistemas y provisión de solución	Servicios de infraestructura de la información (equipo de TI y medios, telecomunicaciones)	Mercados de servicios de medios e información	Intercambio de información no económica y basada en commons	Economía no de las TI (servicios y fabricación)
Paquetes de software propietario		Consumo algunos de los mercados de servicios, los límites de inversión a causa de la dependencia de proveedores y la incertidumbre de las futuras vías de migración. Facilita la fijación de precios para el mercado para los servicios de software	Complejo: adverso a los estándares abiertos (por lo negativo en el caso de oligopolio), pero puede tener efectos positivos cuando se impone el monopolio estándar de facto	Favorece una mayor concentración mediante el apoyo a mecanismos de tecnología patentada. El impacto negativo sobre el mercado puede ocultarse por el monopolio de la fijación de precios (por ejemplo, en la música)	Impacto negativo, debido principalmente a la contradicción entre los modelos de negocio y inhabilidad cultural relacionados para servir a los commons de información	Límites de inversión debido a la falta de control sobre el futuro de la inversión, debido a la dependencia de los proveedores propietarios.
Servicios de software, sistemas de integración, suministro de soluciones	No está claro el impacto directo		Habilitador	No está claro el impacto directo	No está claro el impacto directo	<i>Software propietario</i> basado en la provisión de soluciones tiene un efecto perjudicial sobre la capacidad para invertir a medio plazo, debido a la dependencia de proveedores.
Servicios de infraestructura de información (equipo de medios)	No está claro el impacto directo; indirectamente, genera una	Las telecomunicaciones generan una demanda de		Impacto positivo potencial través del mercado habilitador.	Fuerza de acoplamiento (sinergia)	Paradoja de Solow: las ganancias de productividad son lentas en

y TI, medios de comunicaciones)	demanda de software libre y el software propietario	servicios de software y de integración				materializarse y, a menudo, la ampliación del perímetro de actividad las oculta.
Mercados de información y contenido de medios	Los medios de comunicación solidificados tienen sinergia con el software propietario, debido a la confianza en los monopolios de información propietaria	Genera la demanda especializada	Impacto positivo sobre algunos equipos especializados (por ejemplo, DVD)		Incompatibilidad estructural de los modelos de medios de comunicación centralizados con commons (competencia por presupuestos de tiempo y atención).	Impacto directo, no muy claro
Intercambio de información no económica basada en commons	Para la comunicación compleja: el software gratuito es la norma, dudas sobre si el valor puede ser sosteniblemente capturado a través de la publicidad o la fijación de precios. Para el trabajo colaborativo: probable impacto negativo en el mercado de software propietario. Para un trabajo: poco claro	Genera demanda de servicios (por ejemplo, fotografía digital), sin embargo, difícil de captar en términos concretos.	Demandas generales nuevas de infraestructuras y un mercado ampliado para el equipo (por ejemplo, el crecimiento de la World Wide Web, blogs, wikis...)	Información común da lugar a nuevas formas de edición y distribución de medios de comunicación, cuyo potencial de mercado es aún incierto		Interesante efecto para explorar, en particular el papel de la creación de más clientes conscientes.
Economía no relacionada a la TI	Impacto directo poco claro, (genera una demanda de software libre y el software propietario)	Rápida efecto positivo sobre la demanda de servicios de software	Genera demanda de equipos y de telecomunicaciones	Impacto directo poco claro	Impacto directo poco claro	

8.3. Software libre, sustitución de investigación y desarrollo e impacto de estrategias de cooperación

La falta de competencia, en particular, provee a los operadores de mercado con mayores escalas de ingresos que elevan el gasto de las empresas dominantes en investigación y desarrollo (por lo general, una parte fija de los ingresos). Sin embargo, varios estudios sugieren que una mayor competitividad de la estructura permite la entrada de nuevas empresas al mercado y aumenta la diferenciación de los productos y los resultados en las escalas superiores de calidad en cuanto a aprendizaje y tecnológica de la empresa a largo plazo (Merges y Nelson, 1990; Harison, 2003).

La producción y el uso de software libre puede ser un complemento o puede representar un complemento o competir con el modelo de software propietario en el que software que se produce para la venta. En su rol como complemento, los métodos de desarrollo del software libre podrán ampliar las capacidades del software propietario y su producción podrá aumentar la comunidad de desarrolladores de software. Como competidor, los métodos software libre pueden ofrecer un software que satisfaga las necesidades de los usuarios y/o que los desarrolladores desvíen la producción de soluciones propietarias a la ampliación de una base de conocimientos de soluciones de software de acceso público.

En cuanto a la oferta, la adopción del modo de desarrollo de software libre sustituye la investigación y desarrollo internos y permite a las empresas para asignar la investigación y el

desarrollo para proyectos avanzados, en lugar de "empezar de nuevo". Los principios básicos del software libre referentes a la reutilización de código refuerzan el objetivo óptimo, pero raramente alcanzado, de la reutilización de la innovación. Se puede demostrar empíricamente que la reutilización de código en realidad se produce a un alto grado en los proyectos software libre. La Tabla 29 muestra la reutilización de código en la distro Debian de aplicaciones de software libre¹³⁷. Otro asunto es ¿hasta qué punto pueden las empresas reutilizar el software libre para sustituir sus propios trabajos internos de investigación y desarrollo? Las empresas ya sustituyen a la investigación y el desarrollo internos mediante la compra de productos sujetos a licencias y de componentes provenientes de otras empresas. Sin embargo, los costos y la reutilización del software libre pueden resultar mucho más rentables.

Tabla 29: La reutilización de código a través de proyectos de software libre

Colección de código base	Distribución de software libre 3.1 (2006)
A. Líneas de código fuente (conteo bruto)	247.809.088
B. Líneas de código fuente (adaptadas para su reutilización)	157.434.545
Proporción de reutilización de código (A/B)	1.57
Promedio de reutilización del total de código ((A-B) / A)	36%

Fuente: estimaciones de MERIT basadas en datos de la URJC. Nota: Debian 3.1 en el año 2006 era mayor que en el año 2005 (Tabla 2).

Nuestro estudio presenta los resultados del examen de los aspectos de la sustitución de investigación y desarrollo internos y del ahorro de costos en las empresas asociadas con la aplicación de software libre. Estos resultados se calculan a través de enfoques de "censos", como el costo de sustitución de desarrollo para aplicaciones específicas de software libre como se ha descrito anteriormente. Estos métodos pueden identificar los costos para las empresas de desarrollo de software *in-house* con la funcionalidad, por ejemplo, del Linux kernel. Al utilizar el Linux kernel en lugar del desarrollo de software *in-house* se permite a la empresa construir sobre la base de los programas informáticos existentes, salvo grandes recursos monetarios y de tiempo, además de, el gasto directo en investigación y desarrollo para las nuevas innovaciones. El uso de software propietario no favorece el ahorro de esos costos, ya que sólo el propietario del software puede hacer modificaciones y las otras empresas no pueden modificar ni aprovechar los componentes del software propietario. Los sistemas integrados son la excepción, pero las empresas deben comprar

¹³⁷ Esta tabla muestra el código reutilizado por la copia real a nivel de archivo, es decir, de los archivos de código provenientes de un módulo a otro, con la posibilidad de nombres de archivos cambiados y modificaciones menores al código reutilizado. Se excluye el código que se reutiliza, por ejemplo, en la función de cada nivel o en el código modificado sustancialmente, así como la reutilización de código a través del enlace a la biblioteca en lugar de la copia.

derechos de modificación y fuente, a menudo costosos y no disponibles, a fin de adaptar el software propietario a sus necesidades.

Existe una serie de ejemplos que pueden citarse para ilustrar este hecho. Para la eficiencia en investigación y desarrollo de software, hay una reducción significativa del tiempo de lanzamiento al mercado, debido a gran escala de la reutilización de código en el modelo de desarrollo de software libre. El tiempo de salida al mercado de un nuevo compilador (ya sea para una nueva arquitectura o para un nuevo lenguaje) puede reducirse de manera impresionante. Esto ocurrió con la puesta en práctica por la Universidad de Nueva York (NYU) de una prueba de concepto para el sistema de compilación de Ada95 (un lenguaje de programación diseñado por el Departamento de Defensa de EE.UU.), con una subvención de la *EE. UU Defense Advanced Research Projects Agency* (Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de la Defensa de los Estados Unidos). Con 3 millardos de dólares estadounidenses (USD), incluyendo los costos indirectos, la NYU desarrolló la aplicación de Ada al reutilizar código proveniente del compilador de software libre para el lenguaje de programación C++ extensión de la *GNU Compiler Collection* (GCC) (Colección de compiladores GNU). El compilador resultante de la NYU, llamado GNAT, involucró el gasto de una fracción muy pequeña de lo que habían costado otros compiladores de Ada a desarrollar, originalmente en el orden de los 20 millardos de dólares o más y, obviamente, un aumento del tiempo correspondiente para desarrollar y del tiempo para salir al mercado. De hecho, un estudio de la URJC (no publicado, preparado para este estudio) calcula que el total de costos de sustitución del compilador GNAT hoy está en 4.764 persona-meses o alrededor de 45 millardos de euros, es decir; el costo para los desarrolladores si habían desarrollado desde cero en lugar de reutilizar la mayor parte de la aplicación de software libre CCG y el desarrollo continuo en el modo de software libre.

Es importante señalar que con el software propietario, tales mejoras en los efectos de sustitución en investigación y desarrollo sólo son posibles *dentro* de una empresa, ya que la reutilización del código sólo es posible internamente, mientras que el ejemplo anterior demuestra que los innovadores que trabajan en el modelo de software libre puede reutilizar el código proveniente de fuentes externas, incluso al combinar varias fuentes externas, sin costes de transacción o de búsqueda relacionados con la identificación de los propietarios de los últimos resultados de investigación y desarrollo, puesto que todos estos códigos están licenciados para su reutilización bajo condiciones de software libre.

Ilustraremos más adelante el alcance de la sustitución de investigación y desarrollo posible con un estudio de un caso de prueba industrial europea, la de Nokia y su plataforma Maemo.

8.3.1. Nokia y Maemo: un caso de estudio del reemplazo de investigación y desarrollo

La plataforma de desarrollo Maemo¹³⁸ es la plataforma de desarrollo de aplicaciones para el dispositivo Web para redes de banda ancha inalámbricas *Nokia 770 Internet Tablet*¹³⁹. Lo reconoce el sitio Web de Maemo, "Nokia contribuye y opera [...] a la plataforma de desarrollo Maemo." El software está a disposición de terceros bajo licencias de software libre correspondientes a cada paquete y Nokia fomenta así a los demás a usarlo y mejorarlo, esperando que esto "se traduzca en una característica rica, madura y bien apoyado por el software de base que podría evolucionar como un software de mano estándar de facto para Linux a través del proceso de código abierto". Sin embargo, también plantea "por el momento, Nokia controla el desarrollo de Maemo que le mantenga alineado con su desarrollo de productos. Esto puede significar en la práctica, algunas limitaciones en la aceptación de las contribuciones al repositorio de paquetes. Sin embargo, estamos abiertos a sugerencias para mejorar las oportunidades de participación". Tenga en cuenta que debido a las licencias, este "control" es ficticio, no impide que una tercera parte de "controle" su propia versión del software con modificaciones no aceptadas por Nokia. Maemo se compone de software libre, lo que incluye a los muy conocidos subsistemas como el Linux kernel, el compilador GCC, la interfaz de usuario de Gnome, las utilidades GNU, etc. En su conjunto, es un completo entorno de desarrollo con la capacidad del desarrollo multiplataforma, además de, aplicaciones que ofrecen un sistema de múltiples características e interfaces amigables a los usuarios para los usuarios de las computadoras tablets.

Maemo es, de hecho, una distribución de software de Linux como Debian y el software asociado. Como tal, su código fuente se organiza en paquetes, cada uno por lo general corresponde a una aplicación "*upstream*"^{ix} (el significado de upstream se mantiene por sus autores originales). La principal labor de los desarrolladores Maemo es integrar todos los componentes, teniendo en cuenta las necesidades específicas de los objetivos de los sistemas de hardware. En pocas palabras, los desarrolladores comienzan con un conjunto reducido de paquetes de Debian (o sus equivalentes, procedentes directamente de los depósitos de proyectos upstream) y los adaptan para asegurarse de

¹³⁸ <http://maemo.org>

¹³⁹ <http://nokia.com/770>

que funcione sin problemas en el hardware al que se destinan, el Nokia 770 Internet Tablet.

Maemo es un producto impulsado exclusivamente por Nokia para ser utilizado en uno de sus productos (el 770 Internet Tablet). Este resulta un buen ejemplo de cómo una empresa puede utilizar una colección de software libre para sus propias necesidades. Además, muestra cómo una empresa se beneficia de los esfuerzos de terceros (por ejemplo, las demás partes han contribuido a crear el software) y cómo una empresa puede ahorrar costos de investigación y desarrollo (o en la concesión de licencias, si el software no fue comprado a un proveedor).

8.3.1.1. Metodología

Para este estudio, hemos considerado la liberación "Mistral" de Maemo, ya que se dispuso de los depósitos de Maemo en agosto del año 2006. Los paquetes de Maemo se dividen en dos colecciones, llamadas "libre"¹⁴⁰ y "no libre"¹⁴¹. A los efectos de este estudio, ambos han sido considerados en conjunto como una sola colección. Sus principales características son:

- 260 paquetes con diferentes fuentes de software libre (bajo diferentes licencias)
- Los paquetes principales (de acuerdo al número de líneas de código fuente) son los siguientes (cada uno de ellos muy por encima de 1 millón de líneas de código):
 - Kernel-source: el Linux kernel, versión 2.6.16
 - GCC: el sistema compilador GCC, versión 3.4
 - Glibc: la biblioteca estándar C GNU, versión 2.3
 - GDB: el depurador estándar para el sistema operativo, versión 6.4
 - GTK+: la biblioteca multiplataforma Gtk+, una parte del entorno gráfico GNOME, versión 2.0
 - Binutils: la colección de herramientas binarias de programación GNU, versión 2.16
 - Xserver: el servidor gráfico X11, versión 6.6

¹⁴⁰ <http://repository.maemo.org/dists/mistral/free/source/Sources>

¹⁴¹ [http:// repository.maemo.org/dists/mistral/non-free/source/Sources](http://repository.maemo.org/dists/mistral/non-free/source/Sources)

Maemo es usado para construir el Internet Tablet OS 2006, que es el software que realmente se ejecuta en el 770 Internet Tablet. El código fuente está disponible, tanto desde un repositorio de Debian (como un conjunto de paquetes de código fuente) y desde un repositorio de subversión¹⁴². Para este estudio, hemos analizado el código en repositorio anterior.

Los paquetes de fuente se han descargado y almacenado localmente. Han sido descomprimidos y desempaquetados en directorios con el código fuente. Este código fuente se analiza más adelante con el sistema pyTernity^x de la URJC. Este sistema utiliza la heurística para analizar varias partes del código fuente (como las atribuciones de derecho de autor) a fin de estimar la propiedad de cada archivo en el código fuente.

El supuesto básico detrás de esta metodología es que los propietarios del código y sobre todo las empresas que poseen el código, por lo general incluyen atribuciones de derechos de autor apropiadas en el código fuente. Hemos encontrado, a través del análisis de diferentes códigos de software libre, que esta suposición por lo general es cierta.

8.3.1.2. Principales conclusiones

La principal conclusión era de esperarse: Nokia no se encargó de desarrollar la mayor parte del código en Maemo. De hecho, sólo alrededor de 200.000 líneas de código fuente de un total de más de 15.000.000 presentes en Maemo se atribuyen a Nokia (es decir, menos del 1,5%). Esto no era de sorprender dado a que Maemo se basa en paquetes de software libre de alto nivel generalmente producido por terceros (incluyendo la comunidad de desarrolladores particulares).

Las empresas con cantidades significativas de código reivindicado en Maemo son las siguientes:

- Red Hat Corporation: más de 415.000 líneas de código, principalmente en el Linux Kernel y en paquetes relacionados con GNOME.
- Silicon Graphics Corporation: más de 275.000 líneas de código que se encuentran en el Linux kernel, el X11 y otros paquetes relacionados.

¹⁴² Subversión es otro sistema de control de versiones. Para mayores detalles véase el sitio Web: <http://maemo.org/downloads/download-source.html>

- IBM Corporation: más de 220.000 líneas de código en el Linux kernel, el X11 y otros paquetes relacionados.
- Nokia Corporation: más de 200.000 líneas de código que se encuentran en Linux kernel y paquetes relacionados, en los paquetes de interfaz gráfica de usuario, en algunos paquetes específicos de Maemo y otros.
- Intel Corporation: más de 160.000 líneas, en la biblioteca C, paquetes de Linux y otros.
- Sun Microsystems: más de 130.000 líneas.
- Digital Equipment Corporation: cerca de 130.000 líneas.
- Hewlett Packard Corporation: unos 115.000 líneas.

Se encuentran muchas otras empresas que contribuyen con entre 30.000 y 100.000 líneas de código, entre ellas: Montavista Software Corporation (un proveedor de soluciones basadas en Linux para teléfonos móviles), QLogic (soluciones de almacenamiento en red), Adaptec, Axis Communications, TrollTech AS, VA Software, Ada Core Technologies, Cisco y Broadcom. Sumadas a estas se encuentra una larga lista de empresas, por ejemplo Fujitsu, Ximian, Xerox, Motorola, MIPS, SuSe, Qualcomm, Ericsson, Google, etc.

Por supuesto, no todo el código producido por estas empresas, por no hablar de todo el código producido por los desarrolladores particulares y otros autores, es fundamental para Maemo. Algunas partes del mismo (correspondientes, por ejemplo, a los dispositivos de hardware o a la funcionalidad que no está orientada Maemo) nunca se ejecutarán en el contexto de Maemo. Sin embargo, la lista ofrece sin duda una buena vista del paisaje de los contribuyentes que han hecho posible Maemo, varios de los cuales han contribuido individualmente mucho más que Nokia y todos han contribuido conjuntamente algunas órdenes de magnitud más que Nokia.

Además de las empresas, otras entidades han contribuido a Maemo con grandes cuotas de código. Entre ellas, cabe destacar algunas:

- La Fundación para el Software Libre es el mayor propietario del código, con un total de más de 2.785.000 líneas de código.
- The Open Group ha contribuido con cerca de 200.000 líneas de código.
- El proyecto OpenSSL es propietario de alrededor de 75.000 líneas.
- La Fundación para la Investigación de Purdue se ha encontrado en cerca de 55.000

líneas.

- XFree se encontró en los archivos sumando un total de alrededor de 22.000 líneas.
- La Python Foundation posee alrededor de 15.000 líneas.

De haberse creado internamente en una sola empresa, el total del código base de Maemo costaría un poco menos de 12.000 años-persona para desarrollar o alrededor de 870 millones de euros (utilizando el modelo de estimación de costos COCOMO). Se trata claramente de una sobreestimación del valor real de la sustitución en investigación y desarrollo, ya que gran parte del código base de Maemo nunca podrán ser utilizado, puesto que no cuesta nada incluirlo, no hay ninguna razón para incluir sólo lo que es absolutamente esencial. Sin embargo, es razonable suponer que el valor de la sustitución de investigación y desarrollo del código de software libre en Maemo está en el rango de la estimación anterior.

Por supuesto, Nokia no ha necesitado gastar ese dinero para desarrollar la tecnología internamente, sino que podría haber sido de origen externo a cambio de un canon de licencia. Este hecho limitaría la capacidad de Nokia para adaptar el software a sus propias necesidades y para mantener el control, que es una consideración importante para ellos.

Por último, cabe señalar que el Internet Tablet 770 fue creado como un producto experimental. No como un teléfono inteligente, ni como un PDA o un ordenador portátil, el tablet fue un intento de explorar el mercado para un dispositivo inalámbrico versátil (que tiene plena funcionalidad Bluetooth e Internet inalámbrica) con una pantalla muy clara y las características poderosas, pero sin que amenace directamente el mercado del PDA¹⁴³. El hardware no está realmente optimizado y se basó en componentes listos para usar. Nokia fue sorprendida por la muy alta popularidad del dispositivo que se vendió rápidamente en EE.UU. y Europa.

Es casi seguro que este producto innovador de experimentación no se hubiera intentado, si Nokia hubiera tenido que pagar (alta) la totalidad de los costos de investigación y desarrollo, dada la poca espera de resultados inmediatos. Es cierto que ese producto experimental no pudo haber sido elaborado usando el software listo para usar con licencia de otros. Por lo tanto, este ejemplo demuestra el potencial del software libre en cuanto a un mecanismo de sustitución de investigación

¹⁴³ Por ejemplo, que fue liberado con un navegador Web, pero no de calendario o del tipo de software de comunicaciones adecuado para PDAs.

y desarrollo. Nokia podría confiar en la investigación y el desarrollo difundido por varias otras empresas y personas y disponible a través del software libre. Nokia pudo centrar su investigación en hacer el producto más innovador y pudo tener un mayor riesgo de fracaso del mercado a un costo inferior a sí mismo. Con el éxito de la 770, Nokia tiene ahora la oportunidad de multiplicar el rendimiento de su relativamente baja inversión en investigación y desarrollo sobre el sistema operativo Maemo.

8.3.2. Investigación y desarrollo de colaboración y su rendimiento

Evidentemente, no es justo que Nokia se beneficie del éxito de Maemo y el 770 Internet Tablet. Las propias contribuciones de Nokia a Maemo se han beneficiado directamente de otros usuarios de software libre, ya que han entrado en las principales distribuciones de Debian. Esto es particularmente cierto en las áreas en que Nokia tenía la mejor posición (debido a la experiencia, así como a los incentivos) para trabajar en mejorar la funcionalidad de Bluetooth de Linux. De modo que, ni la comunidad de desarrolladores voluntarios, ni las demás empresas que contribuyen código usado por Nokia para Maemo necesitan sentirse engañados.

Por otra parte, si el experimento de Nokia en la creación de un nuevo tipo de usuario del dispositivo se convierte en exitoso, como lo sugieren indicadores iniciales, entonces otras empresas también se beneficiarían. Las empresas de software pueden desarrollar código y servicios para el nuevo mercado, sin embargo, incluso de otras empresas de hardware podrían construir productos para competir con el 770 y hacerlo utilizando la plataforma Maemo. Si esto ocurriera, Nokia no sería capaz de asegurar su posición dominante en el mercado de este nuevo mercado de dispositivo no PDA a través de la titularidad de propiedad intelectual, puesto que Maemo es y tendrá que seguir para innovar y experimentar. Sin embargo, como hemos visto anteriormente, si Nokia no construyó este experimento sobre software libre, no habría ninguna posibilidad de explotar este nuevo mercado, ya que no ha merecido la pena correr el riesgo de la enorme inversión en investigación y desarrollo de software para crearlo.

Esta forma colaboración precompetitiva entre las empresas (y en el software libre, se extendió a una comunidad más amplia de individuos, fundaciones y otros) no es exclusiva y está creciendo en popularidad debido a los modelos de software libre inspirados en la colaboración. La idea se puede resumir de la siguiente manera: compartir los costos de riesgo a principios de

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

investigación y desarrollo mediante la creación de una base común de conocimientos y renunciar a derechos exclusivos de propiedad, a cambio de tener una buena oportunidad de sacar provecho de un nuevo mercado o de nuevas categorías de productos que no han existido. Este es un fuerte motor de una mayor innovación.

Otro motivador para Nokia a fin de usar software libre como base para Maemo, además de la sustitución en investigación y desarrollo para la innovación en el desarrollo de la plataforma en sí, fue fomentar el *desarrollo futuro* incluyendo las aplicaciones de los usuarios por una amplia comunidad de desarrolladores. Al desarrollar Maemo de la distro Debian inmediatamente conectó al Nokia 770 en la gran comunidad de desarrolladores de software libre en torno a Debian. Esto ilustra otro de los beneficios del software libre para la investigación y desarrollo, como lo apoyó un estudio sobre la innovación en hardware de sistemas de computadores manuales¹⁴⁴. Aunque el estudio encontró efectos positivos de desarrollo cerrado durante las primeras fases de desarrollo en el caso de un *diseño de hardware*, posteriormente, una mayor apertura (y la desconcentración de control) produjo mayores tasas de innovación en función de la introducción de hardware. La desconcentración de control en el caso de múltiples proveedores se consideró como un diseño de innovación hardware estimulante la mediante el fomento de más inversión en investigación y desarrollo de parte de los fabricantes de dispositivos (excepto el autor) cuando se redujeron las posibilidades de que un proveedor podría mantener el control en marcha o cierre patronal en los fabricantes. Los efectos positivos del control en las primeras etapas de desarrollo fueron atribuidos exclusivamente a la coordinación del proceso de diseño inicial¹⁴⁵ (en lugar de, por ejemplo, al aumento de incentivos para la innovación, debido al control de los derechos de propiedad intelectual). Posteriormente, sin embargo, la apertura de la plataforma generó con mayor rapidez las emisiones y mayores tasas de innovación de hardware.

Estas pruebas de diferentes campos del hardware apoyan la opinión de que, una vez que el diseño inicial se ha desarrollado (ya sea en un entorno cerrado o usando software libre para la sustitución en investigación y desarrollo como el ejemplo de Nokia 770), se abre el acceso a un mayor desarrollo de la plataforma que fomenta la inversión de terceros y estimula una trayectoria de innovación en el diseño.

¹⁴⁴ Bourdeau, Kevin. 2006. “Does Opening a Platform Generate More Innovation? An Empirical Study”. Documento 4611-06 de MIT Sloan, junio 2006: disponible en el sitio Web: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=913402

¹⁴⁵ Pág. 22-24

Una de las preocupaciones de las empresas originarias que pueden colaborar con las empresas podrían "requerir más esfuerzo" en sus innovaciones, en lugar de aportar un valor que es útil para la empresa originaria. Estos temas han sido abordados en los consorcios industriales a través de disposiciones jurídicas complejas y las licencias de software libre proporcionan una alternativa más simple: la concesión de licencias recíprocas, lo que asegura que los trabajos derivados deben ser distribuidos en los mismos términos que la obra original. Así, cuando el trabajo original se distribuye con los permisos para ver el código fuente, modificarlo y redistribuirlo sin costo alguno, cualquier desarrollo ulterior de un colaborador es probable que esté disponibles (y por lo tanto beneficia) al creador. Para la investigación precompetitiva, así como para la plataforma de desarrollo, los beneficios de tener un nuevo software pueden ser mayores que la pérdida de otros mediante el software libre. Estos beneficios *no* podrán ser superiores a los (muy distintas) de la pérdida de los competidores que, exclusivamente, se apropian de las mejoras del software, pero esto impide la concesión de licencias recíprocas, razón por la cual la mayoría de las empresas que producen software libre lo prefieran. De hecho, estos modelos se han utilizado también para la investigación colaborativa en áreas que no sean de software, como el consorcio HapMap en bioinformática¹⁴⁶.

La sección 7.5.1, "Colaboración e intercambio de los derechos de propiedad intelectual", analiza este punto junto con una elaboración en el contexto de las PyMEs que están especialmente desfavorecidas para las formas de innovación cooperativa más tradicionales (consorcios, la concesión recíproca de licencias) ya que son fuertemente presionadas a pagar habilidades jurídicas y gastos para la creación y el mantenimiento de complejos acuerdos de concesión de licencias de derechos de propiedad intelectual.

Por lo tanto, el software libre tiene el potencial de cambiar significativamente el proceso de desarrollo del software. En efecto, si bien hay muchos puntos de vista divergentes en aspectos más políticos de software libre, sus cualidades, sólo como un sistema de desarrollo, son casi universalmente apreciadas y varias empresas están tratando de adoptar su modelo de desarrollo, incluso para el software propietario desarrollado internamente (por ejemplo, los planes de Philips para "InnerSource", que implica el intercambio de código entre 1800 o tanta gente dentro de Philips

¹⁴⁶ International HapMap Consortium. (2003) "*The International HapMap Project*". Nature. Vol. 426 no. 6968, pág. 789-96

Medical Systems).

Como se mencionó anteriormente, el software libre ha sido el origen de una serie de desarrollos innovadores en la base misma de las tecnologías de Internet. En particular, el protocolo de Internet, el sistema de nombres de dominio, el correo de Internet y la World Wide Web están sostenidos a través de la comunidad de desarrolladores de software libre (entonces conocida simplemente como la comunidad de software libre), aunque se originaron a través de fondos públicos en entornos académicos. Los lenguajes de scripts que permiten los sitios web interactivos y de gran alcance, tales como Perl y Python, son en su totalidad software libre en su origen (mucho antes y aún en un mercado más grande de la industria desarrollado lenguajes como Java) y en su continuo desarrollo. Son sistemas no sólo innovadores en sí mismas, estas tecnologías han sido la base para muchos de los avances en otros campos de la ciencia (por ejemplo, el Proyecto Genoma Humano se hizo posible en la práctica a través de la utilización de BioPerl, una versión de Perl que, gracias a su naturaleza de código abierto, podía ser modificado para adaptarse a las necesidades de los estudios genéticos).

El uso del software libre en y la aplicación de la metodología de software libre para las nuevas tecnologías en particular, puede tener atributos positivos desde posiciones sociales, jurídicas y económicas. Desde una perspectiva de bienestar social, la computación ubicua y la inteligencia ambiental son ejemplos de tecnologías básicas que establecen la trayectoria tecnológica y abre nuevos espacios para la innovación; por lo tanto, garantizar el acceso del público a sus perspectivas técnicas es esencial para la difusión tecnológica y de su avance. La capacidad de restringir el conocimiento en las primeras etapas de la tecnología hace que sea difícil el acceso a partes de los conocimientos que pueden ser elementos básicos para la investigación futura y el desarrollo. Además, muchos de los resultados de la investigación no son sólo los descubrimientos de los hechos, sino la creación de herramientas de investigación básica y de algoritmos. Para mantener las invenciones vitales propietarias, los algoritmos y las normas se puede reducir la posibilidad de otros para realizar investigaciones en los campos que se necesite y, además, la tecnología y sus aplicaciones. Pruebas históricas de que las patentes obstaculizan el desarrollo de las tecnologías inalámbricas y de la aviación en sus primeras etapas se muestra en Nelson, 1994; muchas pruebas históricas más antiguas tales "*how patenting strategies hampered the development of steam engines*" se muestran en Nuvolari de 2005).

Como las herramientas y los descubrimientos científicos pueden ser muy básicos y genéricos, la apropiación de ellos en las primeras etapas pueden suponer amenazas para el progreso científico, mientras que en el compartido acceso a los conocimientos de manera cooperativa en áreas básicas pueden mejorar el progreso científico. Las industrias ya reconocen este hecho. El consorcio SNP se formó para compartir el conocimiento público sobre polimorfismos de nucleótido único e incluye los principales actores de la industria farmacéutica, las TICs y la bioinformática, sectores como AstraZeneca, Aventis, Bayer, Bristol-Myers Squibb, Hoffmann-La Roche, Glaxo Wellcome, IBM, Motorola, Novartis, Pfizer, Searle, y SmithKline Beecham¹⁴⁷. Un libro publicado recientemente por MIT Press ("*Collaborative Ownership and the Digital Economy*", ed. R Ghosh, MIT Press 2005) analiza en mayor detalle varios casos de desarrollo colaborativo en la industria, la de software para los productos farmacéuticos para la integridad física y las ciencias de la ingeniería, mostrando la relación con el modelo de desarrollo colaborativo de código abierto a partir del cual muchos ejemplos de otras disciplinas han trazado de manera explícita lecciones sobre el software libre (por ejemplo, el Proyecto del Genoma Humano).

8.3.3. Ahorro de costos y aumento de la eficiencia debido a la colaboración en investigación y desarrollo

No es posible cuantificar el alcance que tiene lugar del efecto de sustitución en investigación y desarrollo. Cada aplicación de software basada en la innovación tiene diferentes estructuras de costos basados en el nivel de competencia en el mercado para la aplicación específica, el nivel y la dirección de la innovación técnica específica, el mercado de la oferta de tecnologías alternativas comercialmente concedidas por licencias (para la sustitución de investigación y desarrollo interna) y el costo financiero de la toma de riesgos en innovación , así como el nivel de desarrollo innovador que se ofrece por las herramientas para la aplicación del software libre preexistentes. Algunos ejemplos ilustran la variación:

- Sitecom, como la mayoría de los fabricantes de módems DSL y puntos de acceso WIFI y enrutadores actuales ya no construye sistemas operativos para ofrecer la interfaz de usuario y la red de gestión de los aspectos de sus dispositivos de hardware. Ellos usan, en su lugar, Linux y herramientas de software libre. En este caso, casi todo el software de investigación y desarrollo se elimina o se sustituye por un enfoque en la mejora de la funcionalidad del hardware.

¹⁴⁷ http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/faq/snps.shtml#whoare
© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

- IBM's Workplace system se deriva de la popular suite ofimática de software libre OpenOffice.org. OpenOffice.org es una gran aplicación, a la que IBM ha modificado para ser utilizada como un servicio a través de Internet en lugar de como una aplicación en un PC. Toda la funcionalidad de la aplicación fundamental se ha tomado de OpenOffice e IBM proporciona las modificaciones necesarias para que sea accesible como un servicio en línea.
- Daimler-Chrysler ha utilizado en tiempo real de Linux embebido en una herramienta portátil de diagnóstico automotriz para los distribuidores y centros de reparación a fin de analizar vehículos Dodge, Chrysler y Jeep. A diferencia de los puntos de acceso WIFI, se habría requerido aquí una considerable inversión en programas de investigación y desarrollo, sin embargo, el uso de software libre permitió que esta investigación y desarrollo se centrara exclusivamente en los aspectos de diagnósticos del automóvil, en lugar del sistema operativo y otras funcionalidades esenciales subyacentes.

Cada ejemplo de arriba representa una situación muy diferente, donde la existencia de componentes de software libre sustituyó la investigación y desarrollo internos de software libre. Sin embargo, algunas indicaciones generales pueden ser posibles. En una encuesta a los desarrolladores de Linux integrado realizada por la Universidad Técnica de Munich y MIT¹⁴⁸, los empleados en fabricación de hardware representan más del 50% de los encuestados e indicaron que sus organizaciones liberan al público, un porcentaje de 45,5% de sus propios desarrollos de software libre. Dado que la contribución de una empresa a Linux embebido es muy pequeña (no más del 5%), el hecho de que casi la mitad de su contribución se considere valiosa indica que la liberación muestra un alto grado de dependencia hacia la comunidad de Linux embebido y hacia las contribuciones de otros.

El porcentaje de reutilización de código de la distro Debian (Tabla 29 en la página 158) puede indicar un punto de referencia para el potencial de reutilización de código ya que representa el grado de reutilización de código en un perfecto mercado libre con todo lo demás igual, es decir, cuando las consideraciones comerciales no específicas dependen de un mercado particular para que un producto particular interfiera en la decisión de reutilizar el código o crear nuevos. Este 36% del código reutilizable (como límite inferior) dentro de Debian representa el logro de un "libre

¹⁴⁸ Henkel, J. y Tins, M. (2004) Munich/MIT Survey: *Development of Embedded Linux*, disponible en el sitio Web http://www.inno-tec.bwl.uni-muenchen.de/forschung/henkel/MunichMITSurvey_

Embedded_Linux_2004.pdf,

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

mercado" autoorganizado para la reutilización de código.

Por lo tanto, podemos asumir que las empresas que se acercan a la actual base de código de software libre precisamente con el fin de reutilizar el código podrían mejorar el porcentaje de código reutilizado. En el caso Maemo, Nokia alcanzó el 98% de código de software libre reutilización. Nokia consiguió aproximadamente un 98% de reducción de presupuesto en gastos de investigación y desarrollo (sobre la base de código Maemo) o, más bien, fue capaz de dirigir esta parte del gasto en investigación y desarrollo hacia a otros aspectos más innovadores y arriesgados.

Así pues, podemos argumentar razonablemente que el efecto de sustitución en investigación y desarrollo de código de software libre es al menos de 36%. Esto significa que los presupuestos de investigación y desarrollo del software podrían reducirse en un 36% y sustituirse con código de software libre o, más probablemente, que los presupuestos de investigación y desarrollo podrían ser más eficaces al dirigirse hacia alrededor de un tercio de los desarrollos más arriesgados pero más innovadores, utilizando código de software libre para reducir la necesidad de referencia de investigación y desarrollo y modelos de desarrollo de software libre (como el código de liberación, colaborando con los competidores potenciales) para ampliar la investigación precompetitiva en áreas más aplicadas.

8.4. Impacto económico de las TICs

Como punto de partida sobre el impacto económico del software libre empezaremos con el impacto de las TICs y, en especial del software, sobre el crecimiento económico y la productividad. Una metodología común para este tipo de análisis es el llamado marco de crecimiento, véase, por ejemplo, Jorgenson (2001), Daveri (2002), van Ark et al. (2003) y Meijers (2004) para aplicaciones recientes. El impacto de las TICs se pueden dividir en dos categorías principales: la que se origina en la *producción* de las TICs y la que viene a través del *uso* de las TICs. La Tabla 30 compara la evolución del crecimiento de la productividad laboral (un componente principal de la competitividad) entre la Unión Europea y EE.UU. en la primera y la segunda mitad de la década de 1990. Se muestra un aumento del 1,1% al 2,5% de la productividad laboral en el total de la economía en EE.UU., mientras que disminuyó del 1,9% al 1,4% en la Unión Europea. Un análisis más detallado, sin embargo, revela que el crecimiento de la productividad en Europa es especialmente fuerte en las TICs (la producción de servicios de telecomunicaciones y de servicios

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

de computación¹⁴⁹) y el uso de las TICs en la fabricación, mientras que el crecimiento de la productividad en EE.UU. es fuerte en la fabricación de las TICs y en la utilización de servicios TICs. Además, ambas industrias tienen una mayor participación en el PIB en EE.UU. en comparación con la Unión Europea, lo que amplifica las diferencias y, al final, explica el patrón diferente en cuanto al crecimiento de la productividad laboral entre las dos regiones.

Tabla 30: Desarrollo de la productividad en la Unión Europea y EE.UU. (en porcentajes anuales)

	Crecimiento de la productividad				Porcentaje del PIB	
	1990-1995		1995-2000		2000	
	UE ^a	EE.UU.	UE	EE.UU.	UE	EE.UU.
Economía total	1.9	1.1	1.4	2.5	100.0	100.0
Industrias productoras de TICs	6.7	8.1	8.7	10.1	5.9	7.3
Fabricación de TICs	11.1	15.1	13.8	23.7	1.6	2.6
Servicios TICs	4.4	3.1	6.5	1.8	4.3	4.7
Industrias que usa TICs	1.7	1.5	1.6	4.7	27.0	30.6
Fábricas que usan TICs	3.1	-0.3	2.1	1.2	5.9	4.3
Servicios que usan TICs	1.1	1.9	1.4	5.4	21.1	26.3
Industrias no relacionadas con las TICs	1.6	0.2	0.7	0.5	67.1	62.1
Fabricación no relacionada con las TICs	3.8	3.0	1.5	1.4	11.9	9.3
Servicios no relacionados con las TICs	0.6	-0.4	0.2	0.4	44.7	43.0
Otros no relacionados con las TICs	2.7	0.7	1.9	0.6	10.5	9.8

a) Las cifras de la UE que se muestran aquí son las cifras para Austria, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Irlanda, Italia, Holanda, España, Suecia y el Reino Unido, lo que representa más del 90% del PIB de la UE. Notas: la productividad se define como el valor añadido por persona empleada

Fuente: van Ark, Inklaar and McGuckin (2003)

El análisis de las desviaciones del crecimiento de la hipótesis de que las empresas optimizan los beneficios de tal manera que cada factor de entrada, como la mano de obra, el capital de las TICs, el capital no referente a las TICs, etc. se usa hasta el punto en el que el producto marginal es igual a su costo. Esto implica que los efectos secundarios que se devienen a través de las

¹⁴⁹ La contribución de los subsectores al total de crecimiento de la productividad laboral es mayor en la UE que en EE.UU. A pesar de las telecomunicaciones tiene un mayor impacto en ambas regiones, los servicios de computación en la UE son casi muy importantes mientras que en EE.UU. son mucho menores

externalidades se descartaron en ese marco. En un estudio de MERIT para la Comisión Europea (proyecto MUTEIS IST-2000-30117) extendimos este análisis siguiendo el trabajo de Barro (1999) al permitir que las externalidades de la red junto a los efectos directos que se recogieron en el análisis del crecimiento presentado anteriormente. Al utilizar un panel de la estructura de los principales países europeos y EE.UU., hemos encontrado que tanto las inversiones en software y telecomunicaciones condujeron a los efectos secundarios de hardware que no mostró ningún o incluso pocos efectos adicionales negativos (Meijers (2004)). La Tabla 31 toma en cuenta estos efectos y muestra, con datos un tanto diferentes, los efectos de la red que dan cuentas del 0,85% adicional de crecimiento de la productividad laboral en EE.UU. y alrededor del 0,7% en la UE. Tenga en cuenta que estos efectos son superiores a los efectos directos de las inversiones en TICs sobre el crecimiento de la productividad a través del capital. Esto implica que los efectos de la red son importantes y que tienen un efecto considerable sobre el crecimiento de la productividad.

A pesar de que existe suficiente información detallada sobre el uso del software libre, que rara vez es visible en las cuentas nacionales y los datos macroeconómicos, con el fin de construir cifras comparables sobre el impacto económico del software libre, se sabe que los efectos de la red y los efectos secundarios son más fuertes en el desarrollo de software libre en comparación con el software propietario¹⁵⁰. Adicional de ello, ya que el software libre está a disposición del público en su forma más amplia Tuomi (2005), es importante el desbordamiento del conocimiento de la producción de software libre hacia el sector del software propietario. Además, existen indicios de que el uso de software libre en Europa es más fuerte en comparación con EE.UU.¹⁵¹ y, desde luego, de manera en cuanto al desarrollo de software libre, como se explica en los puntos 6.3 y 7.1.1. de este informe. Este hecho da, al menos, algunos límites inferiores de los posibles impactos del software libre sobre la productividad y las cifras que se utilizarán en un modelo de simulación, que incluye las principales relaciones entre la producción final, la productividad, la investigación y el desarrollo y el uso de las TICs en general y del software libre en particular. El modelo analiza el impacto del software libre sobre la innovación y la competitividad en el sector de las TICs y el impacto sobre el crecimiento económico y se describen más adelante en la sección 8.5, "Modelar el

¹⁵⁰ Véase el debate de la difusión del conocimiento en la sección 8 incluida la prueba de cómo las empresas y los innovadores valoran al software libre dentro de las empresas más que las bases de datos de patentes como fuente de nuevas ideas

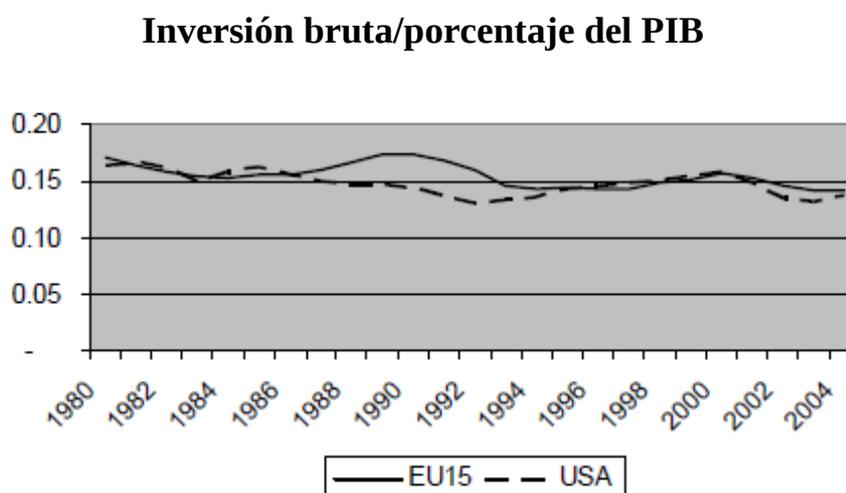
¹⁵¹ Véase la sección 6.2.3.2 y las cifras de muestra del porcentaje de Linux del IDC sobre las ventas de PC alrededor de dos veces mayor en Europa que en EE.UU. (IDC, 2004, "*The Linux Marketplace – Moving From Niche to Mainstream*", preparado para OSDL)

impacto económico del software libre sobre la innovación y el crecimiento", en la página 176. El modelo explora, en particular, si el aumento del uso del software libre podría ayudar a Europa para compensar su baja proporción constante de la inversión en software como porcentaje del PIB, en comparación con EE.UU. (véase la Figura 56 en la página 175).

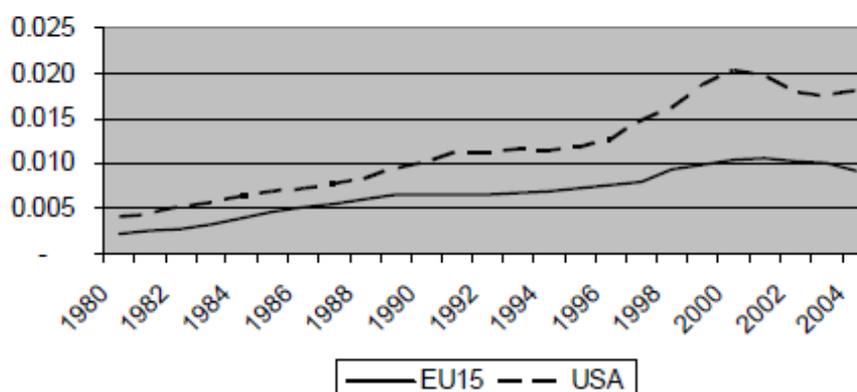
Tabla 31: Crecimiento de la productividad laboral y las fuentes (%), ajustada por los efectos de red

	1990-1995	1995-2001	1995-2001 Sobre 1990-1995	
UE				
Productividad laboral	2,43	1,37	-1,07	
Tecnología de la información	1,05	1,16	0,11	
Capital dependiente	0,29	0,42	0,13	
Efectos de la red, software	0,69	0,66	-0,03	
Efectos de la red, telecomunicaciones	0,07	0,08	0,01	
Capital no dependiente de la tecnología de la información	1,01	0,48	-0,53	
Efecto promedio de utilización	0,23	-0,15	-0,38	
Total del factor de productividad	0,14	-0,12	-0,27	
EE.UU.				
Productividad laboral	1,19	1,85	0,66	
Tecnología de la información	1,29	1,66	0,37	
Capital dependiente	0,40	0,72	0,33	
Efectos de la red, software	0,85	0,86	0,01	
Efectos de la red, telecomunicaciones	0,04	0,08	0,04	
Capital no dependiente de la tecnología de la información	0,19	0,32	0,13	
Efecto promedio de utilización	0,19	-0,04	-0,23	
Total del factor de productividad	-0,48	-0,09	0,39	
Diferencia entre EE. UU y la UE				
Productividad laboral	-1,24	0,48	1,72	
Tecnología de la información	0,24	0,50	0,26	
Capital dependiente	0,11	0,30	0,19	
Efectos de la red, software	0,16	0,20	0,04	
Efectos de la red, telecomunicaciones	-0,03	0,00	0,03	
Capital no dependiente de la tecnología de la información	-0,82	-0,16	0,66	
Efecto promedio de utilización	-0,04	0,11	0,15	
Total del factor de productividad	-0,62	0,03	0,65	
Copyright © 2004 MERIT. Fuente: Meijers (2004)				

Figura 56: Inversión bruta e inversión en software respecto al promedio del PIB, 15 países de la UE y los Estados Unidos



Inversión en software/porcentaje del PIB



© MERIT, fuente de datos: Groningen Growth and Development Centre, www.ggdc.net

8.5. Modelar el impacto económico del software libre sobre la innovación y el crecimiento

Desde el advenimiento de la nueva teoría del crecimiento, el origen del crecimiento económico ha estado estrechamente vinculado a la llegada de nuevas ideas y a la acumulación de capital humano en detrimento de la acumulación de capital físico (Lucas (1988), Romer (1990), Aghion y Howitt (1998), Kaldor (1961)). Si bien los teóricos del crecimiento han puesto de relieve diferentes aspectos del proceso de crecimiento, todos ellos están de acuerdo en el papel central de la acumulación de conocimientos en la explicación del crecimiento. El uso y la eficacia de la generación y difusión del conocimiento se han convertido en la piedra angular de la nueva teoría del crecimiento. Inspirado por la bibliografía del crecimiento, los teóricos del crecimiento han centrado la atención en los detalles de la producción y la difusión del conocimiento. En esta sección se examinan, los principales mecanismos que traducen el crecimiento en el uso de las TICs y, en particular, el uso del software libre y del software propietario (en adelante PROPS). ¿En qué medida puede el software contribuir al crecimiento macroeconómico y al crecimiento de la productividad? ¿Qué podría marcar la diferencia entre el software libre y el PROPS que se implica en este contexto? Dado el alcance y la cobertura del estudio, en esta sección la atención se centra en el efecto del software libre.

La contribución de las TICs al crecimiento económico y el crecimiento de la productividad se mide tradicionalmente en un marco de crecimiento (Jorgenson (2001), Gordon (2004), Daveri (2002)). Aunque este no está exento de problemas metodológicos (véase, por ejemplo, Barro (1999))

y Basu, Fernald et al. (2001), además de, Basu, Fernald et al. (2003)), el crecimiento da cuentas de un método ampliamente aceptado. Uno de los debates es el de si las TICs en general y el software, en particular, llevan a extender los efectos y externalidades de la red (véase Stiroh (2002), O'Mahony y Vecchi (2005) y Meijers (2004b)). Si esto es así, el método de contabilidad del crecimiento subestima la contribución del software para el crecimiento económico y el crecimiento de la productividad. Además, parte del crecimiento que se atribuye a la productividad multifactorial en los estudios de contabilidad del crecimiento pudieran atribuirse a las inversiones en software.

La medición de la contribución del software libre en un ajuste del crecimiento se basa en el factor de porcentajes del total de ingresos/gastos totales y, puesto que este tipo de software es de libre acceso, al menos en principio, el factor promedio es cero. El software libre puede generar repercusiones y efectos de la red, incluso a mayor escala que el software propietario, de manera de que la perspectiva de crecimiento marco no es aplicable. Sin embargo, estas dificultades no se plantean si se ajusta el modelo de contribución del software, tanto el PROPS como el software libre en un crecimiento endógeno.

Con una perspectiva de crecimiento macroeconómico, la atención se centra en los usuarios de las TICs (y del software en particular) y se puede construir con un marco analítico en el que el crecimiento se puede distinguir entre diferentes posibles vínculos entre el uso de las TICs y el crecimiento económico. La producción de software y su contribución al crecimiento económico, ya sea a través de software libre o del PROPS, no se tomó en cuenta. El marco contendrá los dos mecanismos de crecimiento final, es decir, la acumulación del capital humano y el apego a la variedad (en adelante LOV). El LOV se refiere a la especialización a través de la división del curso (de producción) de recursos. Debido a esto último, la correspondencia entre las necesidades productivas y las de consumo, así como los recursos de productos especializados utilizados para cumplir con estas necesidades mejora con el tiempo, al igual que la productividad a nivel agregado, medida como producto final producido/utilidad por unidad de recursos «provisionales».

En el modelo de crecimiento formal, existen tres canales principales a través de los cuales se cree que las TICs tienen un impacto directo y significativo sobre el crecimiento económico:

1. El uso de las TICs aumenta la productividad del proceso de acumulación de capital humano, incluida la "habilidad de compartir" del capital humano. Al igual que en el modelo de Lucas

(1988), el promedio de crecimiento estable depende, de manera positiva, de la productividad del proceso de acumulación de capital humano y como este se considera un resultado ampliamente válido, se deduce de inmediato que la inversión en TICs en el contexto de las actividades de acumulación del capital humano mejora directamente el crecimiento si se aumenta la productividad del proceso de acumulación de capital humano;¹⁵² (Helpman (1998), van Zon (2001))

2. El uso de las TICs en la producción de salida (intermedia) aumenta directamente la productividad de las otras entradas, a través de una mejor organización del proceso interno de producción, por una parte, sin embargo, también a través de la incorporación de las TICs a la maquinaria y equipo, incluidos los equipos de “uso general” tales como las microcomputadoras (Harris (1998), Jorgenson (2001), Gordon (2000))
3. El uso de las TICs en la producción de salida (intermedia) permite a los sectores de producción convertirse en “limitados pero despiadados” por un lado (a través de las TICs basadas en una mejora de la transparencia del mercado de (producción) los insumos), mientras que por otro lado, también permite a las empresas diferenciarse más claramente de otras empresas por lo que les permite mejorar la correspondencia entre las características de los productos que producen y las necesidades de los clientes que se vuelven cada vez más específicas. Las TICs permiten a las empresas adaptar sus productos más fácilmente y, por tanto, dan lugar a más variedades (véase Barua y Kriebel (1991), Becchetti, Londoño Bedoya et al. (2003) y la OCDE (2004)).

De manera que, ¿Dónde y cómo encaja en este perfil el software libre como opuesto de PROPS? En primer lugar, el software libre está disponible gratuitamente. Esto no significa que no se tenga recursos para crear o utilizar software libre, pero los costos son relativamente bajos en comparación con el PROPS (ver sección 7.6, "Beneficios para el usuario: la interoperabilidad, productividad y ahorro de costos"). Este hecho implica que la penetración de software libre está limitada en cierta por la extensión del mercado, mientras que la penetración del PROPS está limitada tanto por el mercado como por el grado de poder monopolístico en manos de los desarrolladores de PROPS. En términos generales, el software libre tiene un mayor grado de

¹⁵² El lado negativo de las inversiones en TICs en la acumulación de capital humano es, por supuesto, que la inversión en TICs tiene un costo de oportunidad, por ejemplo, en términos de inversión en capital físico, sin embargo, también en términos de tiempo disponible para la asignación de la acumulación de capital humano.

penetración previa que el preempaquetado PROPS, aunque a posteriori la situación resulta menos clara. El uso del software libre puede verse limitado por los efectos positivos de la red y por los efectos de bloqueo inducido asociados con el uso del software estándar de facto, como Microsoft Word (por ejemplo, Shapiro y Varian (1999), Klemperer y Farrell (2006)). En segundo lugar, el software libre permite a los usuarios acceder a una base de software que les permite construir un software dedicado a un costo relativamente bajo, debido al apilamiento de características de software de alto valor en la parte superior de las “características estándar” ya incluidas en el código de software libre, es decir, al fabricar el código del software libre, relativamente a medida de los “fines generales” de las necesidades específicas de la empresa (véase la Sección 8.3, “Software libre, sustitución de investigación y desarrollo e impacto de estrategias de cooperación”). Por último, el apoyo, en forma de depuración y la adición de nuevas características suceden, en general, con mayor rapidez que en el software libre que en el PROPS, ya que las nuevas funciones y las nuevas versiones son producidas por los propios usuarios que actúan principalmente en su propio nombre, puesto que prevén medidas específicas de usos de alto valor añadido de la mejora del software.

Volviendo a la pregunta de cómo el software libre podría estar vinculado a los anteriormente citados puntos 1-3, se podría pensar en ampliar el marco de crecimiento de Lucas (1988), mediante la introducción de un complejo capital de las TICs en la función de producción del capital humano, en el que la contribución de un dólar gastado en software libre frente a un dólar gastado en PROPS tiene un mayor impacto sobre la producción de la productividad del capital humano, a priori (debido a la forma en la que el software libre, a diferencia del PROPS, conduce a la profundización de los efectos de aprendizaje de habilidades, véase sección 7.4.1). Las razones de este hecho, serían el previo grado de penetración superior y el hecho de que el carácter hecho a medida en relación con el software libre se parece al PROPS. La salida del modelo producción de Lucas se puede realizar para tener en cuenta las características de especialización que implica el hecho del carácter del software libre, mediante la integración del LOV en la función de producción. Esta situación, permite dos clases de usuarios de las TICs, los aficionados (principalmente) del software libre y los del PROPS. Podemos vincular a las características de la red y la especialización teniendo en cuenta la medida en la que el conjunto de todas las empresas en conjunto pueden aprovechar al máximo grado de especialización (como las generados por las actividades de investigación como en el modelo de Romer (1990)) que es una función positiva del uso del software libre y del PROPS.

La organización del resto de esta sección es la siguiente. En la sección 8.5.1 se describe el modelo básico y el modelo extendido en una forma no analítica. En la sección 8.5.2 se presenta el marco analítico con más detalle. La sección 8.5.3 contiene una serie de simulaciones ilustrativas que aportan unas primeras estimaciones de la contribución potencial del software libre para el crecimiento económico en un sentido general. Las estimaciones se presentan para ilustrar los principios en cuestión y para obtener las señales y órdenes de magnitud de la contribución de las diferentes velocidades de difusión del software libre para el crecimiento económico. Con este fin, los parámetros estructurales del modelo subyacente se calibraron utilizando los resultados de Meijers (2004a) y Meijers (2004b). Por su parte, la sección 8.5.4 contiene un breve análisis de escenarios en los que las inversiones en software libre en Europa y el aumento de los resultados se comparan y contrastan con las cifras de EE.UU. La sección 8.5.5 presenta las conclusiones. El modelo se describe en el apéndice 1.

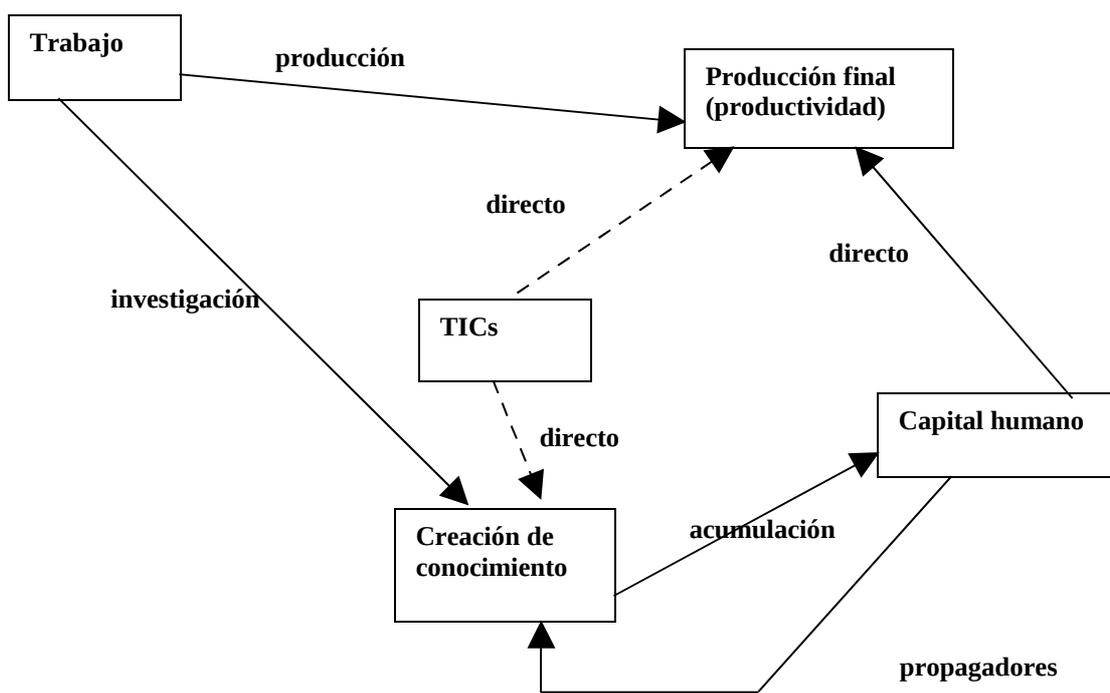
8.5.1. El modelo: una visión sistemática

Partimos de un modelo de crecimiento endógeno que incluye la generación de conocimiento mediante el aprendizaje, la investigación y el desarrollo, tal como lo describe Lucas (1988) para modelar y simular el impacto económico del software libre. Van Zon (2001) incluye las TICs en el marco general de Lucas. En primer lugar, describimos brevemente el modelo desarrollado por Van Zon (2001) y ampliado por la introducción del sector del software más explícito. Aquí ofrecemos una breve sinopsis del modelo básico y del modelo que incluye al software libre al PROPS. (Consulte el Apéndice 1 para una descripción analítica más detallada del modelo).

La estructura del modelo desarrollado por van Zon (2001) se muestra en la Figura 57. El trabajo puede utilizarse para producir productos finales o para realizar investigación y desarrollo. La investigación y el desarrollo aumentan el stock de capital humano, lo que aumenta las capacidades tecnológicas de la economía, es decir, el producto final de producción viene a ser más productivo. El aumento de las existencias del capital humano también mejora el proceso de investigación y desarrollo de manera que resulta mucho más productivo. Las TICs tiene dos efectos: en primer lugar, tienen un efecto directo sobre la productividad de la producción final, similar a los resultados de los estudios de contabilidad de crecimiento antes mencionados, y en segundo lugar, facilitan directamente el proceso de investigación y desarrollo, debido principalmente a la disponibilidad instantánea y mundial de conocimientos e información, y por lo tanto, también tienen

un efecto indirecto sobre la productividad de la producción final. Al mejorar el proceso de producción de conocimiento en sí mismo, las TICs afectan a la acumulación del capital humano y por lo tanto, tienen un efecto indirecto sobre la producción de la salida final, así como sobre el proceso de creación de conocimientos a través de la propagación.

Figura 57: Modelo de crecimiento endógeno que incluye a las TICs.



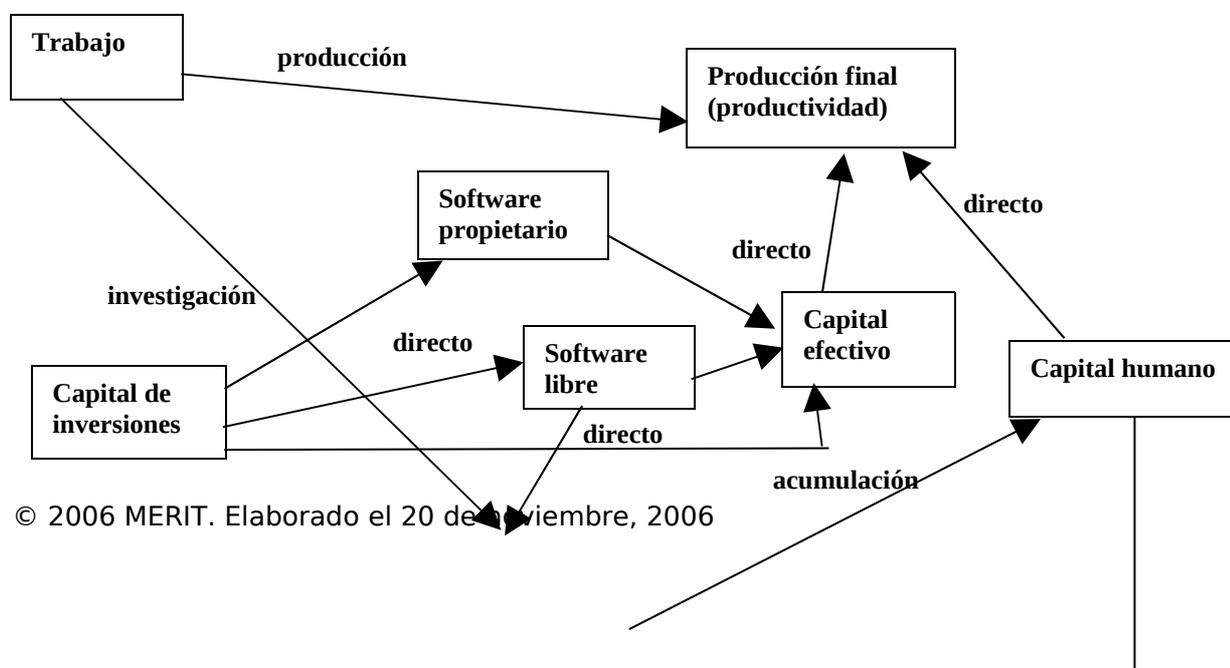
©, 2006 MERIT

El marco descrito anteriormente se puede ampliar para incluir la producción y el uso del software de código abierto junto al software propietario. Debido a nuestro enfoque sobre el uso del software, se excluyen otros bienes de capital de las TICs para mantener el modelo lo más simple posible. Al igual que en van Zon (2001), en el que también se excluye la producción de software y

los efectos positivos del software libre y del PROPS en este proceso.

En el modelo ampliado, la producción de software es similar a la acumulación de conocimiento: que aumenta la productividad de la producción final del sector y aumenta la productividad de la formación de capital humano (Figura 58). Las diferencias entre el PROPS y el software libre y son que este último viene más barato que el primero (o a una mayor calidad) y que las características a medida del software libre pueden llevar a más variedades en el proceso de producción y, por tanto, aumentan la productividad global de ese proceso. Básicamente, el modelo funciona de la siguiente manera: el trabajo puede ser utilizado en la salida final de la producción o en la creación del capital humano, es decir, en del sector de investigación y desarrollo. Una fracción del total de la fuerza de trabajo se emplea en el sector de la producción final y la parte restante en la creación de conocimientos. El capital de inversiones va directamente al capital no relacionado con las TICs y, por tanto, se añade al stock de capital no referente a las TICs, o va al software, que puede ser tanto PROPS como software libre. La existencia de capital de software tiene un impacto positivo en la creación del capital humano como en el proceso van Zon (2001) y como se señaló en el punto A de la introducción. Además el PROPS y el software libre también afectan directamente al proceso de producción final a largo a través de las líneas de argumento B, que básicamente son también capturadas por los modelos de crecimiento. Por último, el software también afecta a la producción final del proceso de producción más eficiente a través de la personalización como que las más variadas o más versiones, llegan a ser disponibles, como se ha señalado en el punto C de la introducción.

Figura 58: modelo de crecimiento endógeno ampliado con software propietario y libre





©, 2006 MERIT

8.5.2. El Modelo: La descripción de los parámetros claves

En esta sección no vamos a obtener una completa asignación de recursos intertemporal para una fijación en particular, pero en lugar vamos a utilizar el enfoque de comportamiento bastante defendido por Solow (2000). Los valores determinados para las diferentes tasas de ahorro (y, por tanto, de inversión) se utilizan en lugar de los valores fijos que implica normalmente el uso de una función de utilidad constante de sustitución de elasticidad intertemporal (CIES, por sus siglas en inglés), en el estado de equilibrio y en una variable fuera del estado de equilibrio. Por otra parte, mantenemos estas tasas de ahorro como fracciones constante de producción final, es decir, como fracción constante del PIB. Una vez más, los detalles del modelo se presentan en el Apéndice A, aquí nos limitamos a una breve descripción de los parámetros que se utilizan para calibrar el modelo y llevar a cabo algunos análisis de sensibilidad y escenario en las siguientes secciones.

8.5.2.1. El impacto de la calidad del software libre en relación con el PROPS

Con el fin de acomodar la idea de la división de la continuación de las actividades económicas para satisfacer cada vez más las necesidades específicas que conduzcan al crecimiento de la productividad a nivel agregado, usamos la función de Ethier para definir el capital social efectivo en función de la acumulación de inversiones (es decir, el stock de capital «provisional») y el grado de especialización permitido por el capital social de las TICs utilizados en el sector de la producción final. Se distinguen diferentes actividades y una fracción de todas las actividades con el apoyo del PROPS y por la otra fracción del software libre. Como se señaló anteriormente, las actividades económicas basadas en software libre son probables que sean de mayor calidad debido a la mayor posibilidad de personalización de software libre¹⁵³ y debido al hecho de que software libre

¹⁵³ Pruebas aportadas en la encuesta FLOSSPOLS (FLOSSPOLS Survey) de gobiernos europeos mostraron que los usuarios que valoran la personalización tienen más probabilidades de utilizar y aumentar el uso del software libre. La encuesta reveló también que la personalización se considera muy importante y, por tanto, un indicador de calidad.

es más barato¹⁵⁴. Por lo tanto, introducir una relación calidad/precio en el modelo que indica la diferencia entre el software libre y el PROPS. Este parámetro calidad/precio puede ser ajustado a 1, indicando ninguna diferencia de calidad entre el PROPS y el software libre y se puede ajustar, por ejemplo, 1,1 indica un 10% de la diferencia entre calidad/precio (en favor del software libre).¹⁵⁵

8.5.2.2. División de las actividades económicas

Junto a la (posible) diferencia de precio (o calidad) entre el PROPS y el software libre como se ha descrito anteriormente, las características a medida del software libre pueden estar incluidas en el modelo suponiendo que la tasa de crecimiento del número de actividades diferentes en la economía depende de la fuerza de trabajo medido en unidades de capital humano y también de la intensidad de capital en las TICs, tanto en el grupo de actividades basadas en el software libre y las basadas en el PROPS. Este hecho implica que la tasa de crecimiento del número de actividades depende positivamente del tamaño del stock de capital basado en software libre y el capital social basado en PROPS.

8.5.2.3. La inversión en software y en capital "bruto"

El modelo responde al presupuesto macroeconómico contrario a una economía cerrada que indica que el total de ingresos consumidos o guardados, por tanto, invirtieron en nuevos capitales. Como se ha indicado anteriormente, no incluimos una función de consumo explícito intertemporal en la que el consumo y las tasas de ahorro se deriven de la optimización de los consumidores. En lugar de ello, y con el fin de mantener el modelo tan simple como sea posible, se

¹⁵⁴ Queda claro que, aún evitamos el debate sobre el costo total de propiedad y otras maneras de evaluar el costo (ver sección 7.6), ya que un gran número de aplicaciones de software libre se descargan por gratis (véase el debate en la sección 6). Si algunas de estas aplicaciones se traducen en servicios comerciales, esto arrastraría todo el promedio de los precios de descarga.

¹⁵⁵ Esta es una situación razonable, la hipótesis conservadora de software libre dada a precio más bajo (precio unitario medio, tal como se utiliza en este modelo), y el hecho de que las organizaciones que deciden citar al software libre entre los principales motivos de su elección los diferentes atributos de calidad tales como "mejor protección de acceso", "mayor estabilidad" y "mejor relación calidad-precio", véase la encuesta a usuarios del software libre del año 2002 (2002 FLOSS User Survey) (flossproject.org / informe / - Parte 1: "Use of Open Source Software in Firms and Public Institutions")

aplica una tasa fija de consumo y, por tanto, una tasa de inversión. La inversión puede ser del capital en «bruto» (o del capital no referente a las TICs) o en software y suponemos que una fracción constante de los ingresos totales (es decir, del PIB) se invierte en capital físico (no de las TICs) y otra fracción se invierte en el capital de software. Estas inversiones se suman al capital existente, pero este stock también se reduce debido a la depreciación.

Una fracción del capital social de software se utiliza en la formación del capital humano y el resto se utiliza en la producción final. Este último se subdivide de nuevo en una fracción basada en el PROPS y otro porcentaje (restante) se basa en software libre. Por lo tanto, incluimos una medida de la utilización de las TICs en la formación del capital humano y una medida de la importancia relativa del software libre frente al PROPS.

8.5.2.4. Producción del capital humano

La tasa de crecimiento del capital humano depende de la fracción de la mano de obra que se atribuye a la formación del capital humano (y por lo tanto no se utiliza en la producción final) y al porcentaje de capital de las TICs que se utiliza en la formación del capital humano. Como para la mano de obra, la fracción restante del capital de las TICs se utiliza en la producción final. La contribución relativa del capital en TICs en la formación del capital humano se identifica por un parámetro (llamado γ en el modelo formal) y el complemento de este parámetro indica la importancia relativa del capital humano en este proceso. En el trabajo de Lucas (1988) el crecimiento del capital humano depende del tamaño del stock de capital humano y aquí sólo hemos incluido el capital de las TICs como un factor adicional. La contribución relativa de ambas fuentes se puede variar cambiando el parámetro γ donde $0 \leq \gamma \leq 1$.

Al cambiar los valores de los parámetros descritos anteriormente y, posteriormente, simular el modelo numéricamente, podemos aprender más sobre el nivel correspondiente y el crecimiento de los efectos de tales cambios. Tenemos que utilizar ese ejercicio numérico, ya que es imposible obtener una solución analítica de forma cerrada, incluso con este sencillo modelo de crecimiento de las TICs ampliado de Solow.

Cabe señalar que en nuestro modelo de capital humano está sólo una de las fuentes de crecimiento, junto al LOV. Además, ya que tenemos tasas de ahorro constantes, se deduce que, a largo plazo la relación entre el capital social de las TICs y el capital humano tendrá una tendencia a crecer, lo que lleva a acelerar el crecimiento del capital humano. Si no se quiere esta solución, simplemente se establece la contribución relativa de las TICs en el crecimiento del capital (o la producción) del capital humano a cero y, por tanto, se excluye a priori uno de los canales por los que las TICs pueden generar el crecimiento. Una alternativa a esta medida sería proporcionar el “crecimiento de pérdidas” en el proceso de generación de capital humano, por ejemplo, tener la disminución de rendimientos a escala. Como esta situación, complica considerablemente el análisis, vamos a investigar los efectos de la crisis en los diversos parámetros del sistema de medición de los cambios inducidos en las variables del sistema en relación con su base de valores de gestión (que puede incluir, por lo tanto, acelerar el crecimiento).

8.5.3. Modelo de Simulaciones

8.5.3.1. Parámetros de valores y calibración

En esta sección se presentan algunos resultados de la simulación que, por supuesto, dependen de los valores de los parámetros estructurales elegidos. De hecho, existe relativamente poca evidencia empírica disponible acerca de las fortalezas de los diversos mecanismos a la mano. No obstante, incluso sin información precisa y fiable es preciso saber sobre las órdenes de magnitud y los signos que participan en el impacto de los cambios en la penetración del software libre y del PROPS en relación con el crecimiento de la productividad agregada. Con este fin, hemos elaborado algunas estimaciones aproximadas a priori de algunos de los parámetros estructurales (véase el texto en negrita en la tabla B.1 de la sección 11.1 Parámetro de valores), así como menos estimaciones aproximadas de otros parámetros, obtenidos principalmente de van Ark, Melka et al. (2002)¹⁵⁶. Los valores de los parámetros estructurales que hemos utilizado para nuestro análisis de escenarios se presentan en la tabla. La Figura 56 muestra que la inversión en software es de un 2%

¹⁵⁶ Cifras similares se pueden obtener a partir de, por ejemplo, Jorgenson (2001), Colecchia y Schreyer (2002) y Daveri (2002), pero van Ark, Melka et al. (2002) incluye el software como un factor distante en su análisis (junto al hardware de TI y telecomunicaciones), además, los autores incluyen tanto los datos tanto para EE.UU. como para 15 países de la UE mediante el uso de un marco.

del PIB en EE.UU., mientras que está alrededor del 1% en quince países de la UE¹⁵⁷. El promedio de inversión total es aproximadamente el mismo para ambas regiones y fluctúa alrededor del 15% aproximadamente del PIB. La diferencia de inversiones en software se tiene en cuenta en todos los ejercicios de simulación para subrayar la diferencia entre las dos regiones y para investigar el potencial de software libre y así cerrar la brecha de productividad (al menos en cierta medida). Por lo que la tasa de inversión en software es del 2% y del 1% para EE.UU. y quince países de la UE respectivamente, y los promedios en capital no de las TICs es igual al 0,13 y 0,14, respectivamente.

Todos los valores de los parámetros enumerados en la sección 11.1, "Parámetros de valores", que contiene un subíndice cero se refieren a los valores iniciales de los diferentes stocks de capital, incluyendo el capital humano, así como la fuerza de trabajo. Los parámetros que figuran en letra normal (por ejemplo, no negrita) son los más fiables, en el sentido de que en parte pueden ser obtenidos a partir de las Cuentas Nacionales, tales como las diferentes tasas de inversión y el valor de la proporción de la mano de obra en la distribución total de ingresos. Los porcentajes de las diferentes existencias iniciales han sido obtenidas a partir de Jorgenson (2001), van Ark, Inklaar et al. (2003) y son parcialmente mostradas en la Figura 56. El valor de las existencias iniciales de capital humano ha sido más o menos calibrado, dados los valores de los otros parámetros. Los valores de los parámetros se muestran en negrita y no pueden ser fácilmente obtenidos a partir de las Cuentas Nacionales. Para los parámetros que figuran en negrita y subrayado, investigaremos la sensibilidad de los resultados de crecimiento de la productividad de los diversos cambios en los patrones de los números que figuran en el Tabla B.1, mientras se deja el orden de magnitud de los parámetros sin cambios. Debido a que el número de pistas aumenta exponencialmente con el número de diferentes combinaciones de valores de los parámetros, no se incluyen los parámetros en negritas y sólo en el análisis de sensibilidad, principalmente para ahorrar en tiempo de computadora y el tiempo de procesamiento de los resultados, además, porque queríamos concentrarnos en la sensibilidad de los resultados de los cambios en los parámetros que se puedan vincular directamente a las diferencias entre el software libre y el PROPS. En lo que respecta a este último, hay que subrayar de nuevo que la autonomía de las tasas de crecimiento en la generación de nuevas variedades ha sido calibrada para Europa y EE.UU. de manera que se reproducen los resultados de crecimiento de la productividad de Europa y EE.UU., en combinación con los demás valores de los parámetros enumerados en el Tabla B.1. Por lo tanto, pueden ser considerados como el papel de un

¹⁵⁷ Tenga en cuenta que esta medida no incluye el valor del software libre de una manera equivalente a la inversión en licencias de software propietario. Ver nuestras estimaciones en la sección 9 de este informe.

crecimiento residual. Desde el punto de vista de la inversión en las TICs, incluidos los programas informáticos, este abarca el crecimiento residual procedente de todas las demás fuentes, además de la formación del capital humano e influye en el crecimiento de la productividad a través de la variedad de expansión, como el principal mecanismo de crecimiento junto a la formación de capital humano del que ya se han dado cunetas explícitamente.

Los parámetros en negrita están relacionados directamente con los impactos del software libre y del PROPS sobre el crecimiento de la productividad, a través de su efecto sobre la variedad (por medio de los parámetros ψ) o bien, a través de las diferencias intrínsecas entre el software libre y el PROPS (por medio de los parámetros de calidad/precio), o las diferencias en la velocidad de difusión entre el software libre y el PROPS capturados por los cambios en el parámetro w . Por último, también observamos cómo los cambios en el impacto de las TICs sobre la acumulación del capital humano afecta el crecimiento de la productividad (cambios en el parámetro γ).

8.5.3.2. Análisis de sensibilidad

En esta sección presentamos los resultados de las simulaciones que se han realizado utilizando diferentes combinaciones de valores de los parámetros. Limitamos nuestra discusión a los resultados de EE.UU., puesto que los modelos de 15 países de la UE y EE.UU. son estructuralmente el mismo. La principal diferencia entre los dos modelos radica en los valores de las tasas de inversión, así como en los términos autónomos utilizados para calibrar el modelo para ambas regiones (véase también el Tabla B.1 del apéndice 1). Los diversos resultados para las diferentes constelaciones de parámetros se examinan a continuación, pero sólo después de que se hayan presentado los resultados de la base de ejecución.

Todas las tasas de crecimiento calculadas en las diferentes carreras se refieren a las mismas que se plantean en el estado de equilibrio, es decir, nos concentramos en los efectos a largo plazo de los cambios en los parámetros (y las políticas). Obtenemos estas tasas de crecimiento al simular el modelo de 200 períodos de tiempo, a partir del momento 1, utilizando constelaciones de parámetro diferentes queremos investigar y, a continuación, recoger las tasas de crecimiento al final de este

período de la simulación. Debido a que no existen perturbaciones fuera (al azar), las rutas de tiempo para las distintas tasas de crecimiento son en general convergentes sin problemas a través de sus valores a largo plazo.

Los resultados de EE.UU. se muestran en la Tabla 32 y los resultados para 15 países de la UE en el Tabla 33. Los resultados de ambos casos son muy similares, excepto por la presencia de la diferencia en cuanto a la autonomía, así como en la diferencia entre las tasas de inversión en software que es dos veces más grandes en EE.UU. que en Europa (el 2% frente al 1%). Sin embargo, la tasa global de inversión es la misma en ambos países.

Tabla 32: Resultados de la simulación para EE.UU.

Parámetro	Base de ejecución	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Expo 6	Exp 7
Contribución del capital humano basadas en el número de variedades software libre (ψ_0^F)	1	1	1	1	0,9	1	1	1
Contribución del capital de las TICs en software libre basado en el número de variedades (ψ_1^F)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Contribución del capital humano en PROPS basado en el número de variedades (ψ_0^P)	1	1	1	1	0,9	1	1	1
Contribución del capital de las TICs en PROPS basado en el número de variedades (ψ_1^P)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Calidad de software libre (q)	1	1,1	1	1	1	1	1	1
Porcentaje de PROPS basado en la formación de capital humano (w)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
Contribución relativa de capital en TICs a la formación de capital humano (γ)	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Simulación de resultados (todos los promedios de crecimiento):								
Software libre basado en el número de variedades (\hat{A}^P)	1,201	1,201	1,201	1,573	1,434	1,448	1,820	1,8255
PROPS basado en el número de variedades (\hat{h}^P)	1,201	1,201	1,201	1,573	1,434	1,246	1,323	1,326

Capital humano (\hat{h})	0,423	0,427	0,423	0,756	0,454	0,443	0,415	0,476
Stock de capital efectivo (K^e)	3,427	3,443	3,427	4,548	4,055	3,874	4,712	4,730
Stock de capital TICs (K_i)	2,200	2,210	2,200	2,929	2,583	2,468	2,959	2,970
Salida y productividad de la fuerza laboral (\hat{y})	2,215	2,226	2,215	3,015	2,599	2,488	2,996	3,007

Tabla 33. Los resultados de la simulación para 15 países de la UE.

Parámetro	Base de ejecución	Exp 1	Exp 2	Exp 3	Exp 4	Exp 5	Expo 6	Exp 7
Contribución del capital humano basadas en el número de variedades software libre (ψ_0^F)	1	1	1	1	0,9	1	1	1
Contribución del capital de las TICs en software libre basado en el número de variedades (ψ_1^F)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Contribución del capital humano en PROPS basado en el número de variedades (ψ_0^P)	1	1	1	1	0,9	1	1	1
Contribución del capital de las TICs en PROPS basado en el número de variedades (ψ_1^P)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Calidad de software libre (q)	1	1,1	1	1	1	1	1	1
Porcentaje de PROPS basado en la formación de capital humano (w)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
Contribución relativa de capital en TICs a la formación de capital humano (γ)	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
Simulación de resultados (todos los promedios de crecimiento):								
Software libre basado en el número de variedades (\hat{A}^P)	0,714	0,717	0,714	0,896	0,838	0,86	1,066	1,069
PROPS basado en el número de variedades (\hat{h}^P)	0,714	0,717	0,714	0,896	0,838	0,738	0,775	0,776
Capital humano (\hat{h})	0,356	0,359	0,356	0,519	0,369	0,366	0,379	0,38
Stock de capital efectivo (K^e)	2,159	2,172	2,159	2,704	2,501	2,41	2,824	2,836
Stock de capital TICs (K_i)	1,435	1,444	1,435	1,792	1,649	1,588	1,836	1,843
Salida y productividad de la fuerza laboral (\hat{y})	1,434	1,443	1,434	1,824	1,643	1,587	1,839	1,846

8.5.3.3. La base de ejecución

No es de sorprender que la base de ejecución de gestión reproduzca los resultados de EE.UU. casi perfectamente (cf. van Ark, Melka et al. (2002)). Este fue el objetivo de la calibración de los términos autónomos en la tasa de crecimiento del número de variedades. La producción per cápita¹⁵⁸ está creciendo a un 2,2% y crece mucho más rápido que el crecimiento del capital humano por persona (0,4%). La tasa de crecimiento del stock del capital de las TICs es igual al de la producción, ya que las tasas de inversión son constantes. Sin embargo, la tasa de crecimiento del capital social efectivo es superior a la de las existencias físicas, debido al efecto de LOV. Al igual

¹⁵⁸ Dado a que mantenemos el número constante per cápita, la tasa de crecimiento de la fuerza de trabajo es igual a cero, la productividad laboral crece tan rápido como la propia salida.

que en la base de ejecución de gestión tanto el software libre como el PROPS se agrega simétricamente a la variedad de la construcción, la tasa de crecimiento del capital físico (2,2%) y la de variedad (1,2%) suman todas juntas, lo mismo que el capital de stock efectivo (3,4%).

8.5.3.4. Los cambios en la calidad del software libre

Si se plantea la relación calidad/precio del software libre (indicado por q en el modelo formal) en un 10%, esto implica que para el mismo gasto de los recursos en software libre, el efecto también será de un 10% más alto. Se esperaría que una acumulación rápida de capital eficaz, tanto a través de la mayor calidad o menor precio de la contribución del software libre y también por los efectos indirectos secundarios que van desde un mayor crecimiento del stock de capital efectiva a un mayor crecimiento de la producción a un mayor crecimiento en la inversión en capital de las TICs y, a través de la contribución de éste a la formación de capital humano. Además, debido a nuevos aumentos en el crecimiento a través de una acumulación más rápida de capital humano. Todos estos efectos se producen en efecto, pero son relativamente pequeños comparados con la base de ejecución de gestión. Por ejemplo, el aumento de crecimiento de la producción de 0,011 puntos porcentuales, del 2,215% al 2,226%, mientras que el efecto secundario sobre el crecimiento del capital humano es un adicional de 0,004%, elevando la tasa de crecimiento del capital humano de 0,423% al 0,427%. La tasa de crecimiento de las variedades está planteada por la misma cantidad de 1,201% al 1,205%. El orden de magnitud de los resultados está en línea con lo que cabría esperar sobre la base del estudio realizado por van Ark, Melka et al. (2002) y Meijers (2004b). Los autores, llegan a la conclusión de que la contribución de la inversión en software para el crecimiento de la productividad apenas comienza, mientras que para el software libre limitado particularmente, ya que representa una parte relativamente pequeña del total de la inversión en software (en el orden del 20%¹⁵⁹, que es identificado por uno menos la fracción del PROPS en la formación de capital

¹⁵⁹ Como puede apreciarse en las cifras de cuota de mercado en la sección 6.2. Tenga en cuenta que la inversión en software libre no suele contabilizarse en las estadísticas nacionales, ya que no existen derechos de licencia de compra como "inversión". Una serie de organismos estadísticos (en particular no sólo de EE.UU. y de la OCDE, sino también algunos en la UE, incluidos Bélgica) han tratado de formular metodologías para contabilizar las inversiones de software de aquellos que no pagan derechos de licencia, como el de software "in-house" y el de por cuenta propia, sin embargo, estas metodologías no dan cuentas del software libre. La sección 9 describe nuestra estimación de la inversión en software libre.

humano en las tablas). En los estudios de contabilidad del crecimiento, el efecto de software en crecimiento de la productividad laboral es de 0,11% como punto de partida para 15 países de la UE y de 0,26 puntos porcentuales para EE.UU., medida durante el período 1995-2000 según reportes de van Ark, Melka et al. (2002). Cifras similares se encuentran por ejemplo, en Jorgenson (2001) y Daveri (2002). Como el capital de stock del software libre es del 20% del total de software de capital dado a nuestra constelación de parámetro, el aumento de la relación calidad/precio del software libre en un 10% daría lugar a un aumento en la tasa de crecimiento de la producción en un 2% de 0,26 punto porcentual que se 0,0052 puntos porcentuales, lo que sería un mero ajuste contable del crecimiento. El hecho de que el efecto es mucho mayor en la simulación proviene principalmente de la mayor acumulación de capital y se extienden así los efectos.

8.5.3.5. Cambios en la importancia relativa del software libre frente al PROPS en la formación de capital humano

Una pequeña fracción del PROPS basado en la formación de capital humano (w) del 0,8 al 0,7 implica un descenso en el porcentaje de usuarios de software basados en el PROPS y, en consecuencia, un aumento de 0,2 a 0,3 en el porcentaje de usuarios de software libre. Se esperaría que este hecho tenga un efecto positivo sobre el crecimiento en la medida en que existe una diferencia real entre los usuarios del software libre y del PROPS, es decir, la medida en que los parámetros calidad/precio varíe de uno a otro. Este hecho se corrobora en los resultados, donde no hay diferencias entre la base de ejecución de gestiones y una ejecución donde w caiga de un 0,8 a un 0,7, para un determinado valor de la calidad/precio del software libre siendo igual a uno. Cuando aumentar la calidad de software libre en un 10%, es decir, mediante el establecimiento de $q = 1.1$, y comparar los nuevos resultados con los obtenidos anteriormente para $q = 1,1$ y $w = 0,8$, no hay diferencias bien. Esto se debe a la supuesta simetría entre software libre PROPS y en lo que respecta a su contribución al cambio en la variedad, es decir, los cuatro parámetros en la parte superior de la Tabla 32 y Tabla 33. Sólo cuando estas difieren entre software libre y PROPS, se puede esperar un cambio en la distribución de la inversión en software y más de software libre PROPS para hacer una diferencia real. Volveremos a esto más adelante en el contexto de la sensibilidad de los resultados con respecto a cambios en los parámetros que reflejan las contribuciones relativas a los cambios en la variedad.

8.5.3.6. Cambios en la importancia del capital de las TICs en la formación de capital

humano

El parámetro γ mide la contribución relativa del capital de las TICs en el proceso de formación del capital humano para de la tasa de formación de capital humano. Su complemento $1 - \gamma$ indica la contribución relativa del capital humano en sí. Hemos llevado a cabo una serie de experimentos en los que hemos cambiado la fuerza relativa de la contribución del capital humano en favor del capital de las TICs. Por ejemplo, si planteamos $1 - \gamma$ a partir del valor de su base de ejecución de gestión de 0,1 hasta un valor de 0,2, nos encontramos con un efecto significativo en el crecimiento global de la productividad, lo que equivale a 0,8 puntos porcentuales, es decir, la tasa de crecimiento pasa del 2,215% al 3,015%. La tasa de crecimiento de la formación de capital humano casi se duplica, pasando del 0,423% al 0,756%. El gran impacto viene en parte del hecho de que hemos *duplicado* el valor de $1 - \gamma$, pero que no debería ser demasiado difícil, en realidad, teniendo en cuenta que empezamos con un valor de $1 - \gamma$ igual a 0,1. Tenga en cuenta que $1 - \gamma$ se define la elasticidad parcial de la formación de capital humano del capital social de las TICs utilizados en la formación de capital humano. Como tal este último, está directamente relacionado con el producto marginal del capital social de las TICs, que ha sido modelado al caer con un aumento de la población en el stock de las TICs, en igualdad de circunstancias. Sin embargo, las externalidades positivas de aprendizaje a través de los efectos de la red, sin duda, podría mitigar este descenso en el producto marginal del capital de las TICs, o incluso revertir la caída. Por lo tanto, puede ser instrumental en el aumento de $1 - \gamma$ una política de mayor conectividad o incluso una difusión más rápida del software libre, que por su propia naturaleza trae estas externalidades de aprendizaje a través de la forma en que su uso y posterior desarrollo se organizan. No obstante, la magnitud absoluta de su impacto y, ciertamente, su tamaño relativo en comparación con los efectos de los otros cambios de parámetros hasta ahora, indica que una mayor integración de las TICs, y en particular, del uso del software libre, dadas sus externalidades positivas con respecto a la construcción de las competencias del uso eficaz de las TICs en todo tipo de actividades, incluyendo el aprendizaje, es algo que no se debe subestimar a priori.

8.5.3.7. Cambios en los parámetros que representan las contribuciones de capital humano y capital de las TICs a los cambios en las variedades

Hemos puesto en marcha dos tipos de cambios en los parámetros que reflejan, primero, las contribuciones de los cambios en el stock de capital humano a los cambios en la variedad, y segundo, las contribuciones de los cambios en el stock de capital de las TICs a los cambios en las variedades, ambas contribuciones basados en actividades de software libre y de PROPS basadas en

el producto final (el parámetro ψ del modelo). En primer lugar, hemos cambiado la importancia relativa de las contribuciones del crecimiento del capital humano y la intensidad de las TICs dentro de los grupos de software libre y de PROPS al crecimiento de la diversidad, dejando el peso total intacto para ambos grupos. Un segundo grupo de experimentos tiene que ver con la introducción de una asimetría entre el grupo del software libre y el del PROPS, a través de un aumento absoluto (sin compensación) en uno de estos parámetros.

El tamaño de los efectos de los cambios compensados en los parámetros ψ está entre los que se refieren a los cambios en el parámetro calidad/precio y (q) a la importancia del capital social de las TICs en la formación de capital humano (γ). En parte, este hecho se debe a que sólo se experimentó con la composición de la contribución del crecimiento del capital humano en general y de la intensidad de las TICs en los grupos del software libre y del PROPS. Al distender el peso relativo de la formación de capital humano a partir del 1 al 0,9 y al aumentar la importancia relativa del crecimiento de la intensidad de capital de las TICs de 0,1 a 0,2, en igualdad de circunstancias, nos encontramos con un aumento en la tasa de crecimiento de la producción del 2,2% al 2,6 %, es decir, un incremento de casi 0,4 puntos porcentuales. Esto se produce principalmente a través de una mayor "diversificación" de los servicios de capital (es decir, un mayor crecimiento de la eficacia del stock de capital, pasando de un crecimiento de aproximadamente 3,4% a aproximadamente 4,1%), que está, por lo menos, en un orden de magnitud más grande que el aumento de la tasa de crecimiento del capital humano (esto pasa de 0,4% a 0,5%). Este hecho indica que la diversificación de canales también merece un examen más riguroso, al igual que el canal de alfabetización en la formación de capital humano, ya que a primera vista parece que los efectos superan mucho más a los canales asociados con los cambios en las diferencias cualitativas entre software libre y PROPS con respecto a sus usos directos en la producción de los servicios de capital. Sus diferencias, con respecto a su capacidad para crear diversidad, es decir, satisfacer cada vez más necesidades diferentes y específicas de la demanda y generar utilidad/valor, debido a que, las diferencias en relación con la productividad/calidad en sí parecen ser especialmente importantes.

En lo que respecta a la introducción de una asimetría en los valores de los parámetros ψ entre los grupos de software libre y PROPS, encontramos que al establecer $\psi_1^F = 0,2$ en lugar de 0,1, mientras que los demás parámetros ψ permanecen sin cambios, aumentamos la tasa de crecimiento del grupo software libre en relación con el grupo PROPS, así como el aumento de la tasa de crecimiento del total de la diversidad. La asimetría entre los grupos de software libre y

© 2006 MERIT. Elaborado el 20 de noviembre, 2006

PROPS es inmediatamente aparente, como la tasa de crecimiento del número de variedades basado en software libre (A^F) se eleva del 1,2 por ciento en la base de ejecución de gestión hasta el 1,4 en el presente experimento, mientras que la tasa de crecimiento del número de variedades basadas en PROPS (A^P) pasa del 1,201% al 1,246%, pone de relieve dos cosas. En primer lugar, ahora existen asimetrías definitivas y, segundo lugar; el aumento de la tasa de crecimiento de la acumulación del capital de las TICs, así como la acumulación de capital humano también eleva la tasa de crecimiento de la diversidad en el grupo PROPS. El efecto acumulativo sobre la tasa de crecimiento de la producción hace que aumente del 2,2% en la base de ejecución de gestión hasta el 2,5% en el presente experimento, que todavía está alrededor de 0,3 puntos porcentuales.

8.5.3.8. Resultados de la evaluación de sensibilidad

Como se ha señalado antes, la falta de información fidedigna con respecto a algunas conclusiones cualitativas de los límites de los parámetros de sistema, aunque creemos que los parámetros que hemos elegido son bastante correctos. Podemos concluir que el modelo es muy sensible no sólo para los cambios en los parámetros que afectan la tasa de acumulación de capital humano, sino también para los cambios en la diversidad. Esta situación era de esperarse, ya que estos cambios son generalmente considerados como los canales de transmisión más importantes del crecimiento de la productividad en la teoría del crecimiento endógeno. Algunas veces, hemos hecho referencia a los efectos de la red, lo que subraya el potencial de la no linealidad de los efectos del crecimiento de la igualdad de los cambios en los parámetros del sistema. Esto puede demostrarse mediante la comparación de los resultados de los experimentos 5 y 6 de la base de ejecución de los resultados. La importancia del capital de las TICs en el número de variedades de software libre (ψ_1^F) se eleva de 0,1 a 0,2 y a 0,3, respectivamente, en los experimentos 5 y 6, mientras que los demás parámetros permanecen sin cambios. Vemos que la tasa de crecimiento de la producción se eleva del 2,2% al 2,5% y luego al 3,0%, es decir, entre el experimento cambia en 0,3 puntos porcentuales entre la base de ejecución y en el experimento 5, y de 0,4 puntos porcentuales entre los experimentos 5 y 6, lo que sugiere que existe, en efecto, una relación no lineal (convexa) entre el tamaño del cambio del parámetro y el tamaño de la respuesta de crecimiento.

Por último, el efecto de una combinación de las asimetrías entre los grupos de software libre y PROPS y un cambio en el porcentaje de inversión relativa de estos grupos (señalados por w),

puede deducirse mediante la comparación de los experimentos 6 y 7. Vemos que un aumento en la importancia del grupo software libre, acusado por una caída en w de un valor de 0,8 a 0,7, de hecho, lograr un crecimiento adicional. Sin embargo, el efecto es muy pequeño, es decir, del orden de 1/100 de un punto porcentual, una vez más, se subraya la importancia de que del software libre puede esperarse un impacto sobre el crecimiento de los canales "primarios" conocido de la teoría del crecimiento endógeno, en lugar de la acumulación de capital per se.

8.5.4. El análisis de escenarios

Dada la limitación de la calidad de los datos disponibles, el único escenario que parece tener sentido para nosotros es ver lo que un aumento del porcentaje de inversión en software libre en Europa supondría en comparación con EE.UU. Existen varias maneras de hacerlo, dependiendo de las reacciones impuestas por las inversiones en PROPS; las inversiones en software libre se pueden aumentar dejando otras inversiones sin cambios, o bien, las inversiones en software libre pueden aumentarse y las inversiones en PROPS disminuirse al mismo tiempo. Este último puede ser el pensamiento de canibalización del software libre frente al PROPS que puede ocurrir parcial o totalmente. Aquí, tomamos el punto de partida más cauteloso al asumir la plena canibalización del PROPS por el software libre. La canibalización parcial aumentaría el total de inversiones y, por tanto, daría lugar a mayores efectos sobre el crecimiento económico. Así pues, en ese sentido, presentamos un límite inferior de los posibles efectos. Hay que señalar que si no hay diferencias en los parámetros, es decir, si los efectos del capital de las TICs y el del capital humano sobre el número de variedades son los mismos para el PROPS y para el software libre y, si la relación calidad/precio es igual a uno, no habría ninguna diferencia entre software libre y PROPS, por lo que cambiar los porcentajes de inversión del 20% y el 80% para el software libre y el PROPS, respectivamente (el caso 20-80), por ejemplo, el 30% y el 70% (el caso 30-70) no tendría ningún efecto, al menos en principio. El único efecto que puede producirse sería debido a las diferencias en los niveles de stock de capital (software) debido a los diferentes niveles de inversión en el pasado. Si los stocks son diferentes, un efecto que es igual en tamaño, en términos absolutos, tendrán diferentes efectos en términos relativos y, por tanto, pueden tener diferentes efectos sobre las tasas de crecimiento final de la economía.

El análisis de escenarios se realiza de la siguiente manera: se ejecuta una simulación base dada una serie de parámetros como se ha descrito anteriormente y luego ejecutamos una simulación

donde cambian los promedios de inversiones en software libre y en PROPS. Al comparar ambas ejecuciones, determinamos el efecto del mencionado cambio. Esto se hace a través de las diferencias en un solo parámetro, es decir, el software libre y el PROPS sólo difieren en una dimensión y en combinaciones de estas dimensiones. Finalmente, se llevaron a cabo dos simulaciones para cada parámetro a fin de ver si los cambios en los promedios de inversiones son lineales en sus efectos. Como en el caso anterior, la base de ejecución asume un promedio del 20% para el software libre y del 80% para el PROPS, además, hemos cambiado estos promedios del 30%-70% al 40% -60%. Esto último se realiza para comprobar si los efectos son (casi) lineales o no.

La Tabla 34 muestra los resultados del análisis de escenarios. Los experimento 8a y 8b muestran los resultados en los que no hay diferencias entre el software libre y el PROPS, salvo el promedio de inversión inicial. Por lo tanto, un cambio del caso 20-80 al caso 30-70 aumenta la tasa de crecimiento del producto final (y, por tanto, de la productividad) de 0,08%. Esto se debe a la diferencia entre el aumento absoluto de las inversiones y el aumento relativo si los niveles son diferentes. Tenga en cuenta que esta diferencia no depende del cambio en los promedios de software libre y PROPS. En ambos, el caso 30:70 (experimento 8a) y el caso 40-60 (experimento 8b) los efectos son los mismos¹⁶⁰. Los experimentos 9a y 9b muestran las diferencias en relación con su propia base de ejecución, donde la diferencia entre calidad/precio del software libre y el PROPS es igual al 10%, es decir, el parámetro q es igual a 1.1. Para un cambio relativamente pequeño del caso 20-80 al caso 30-70, no existe diferencia (visible) en el sentido de que el efecto sobre el crecimiento económico es de 0,08%, lo que representa el mismo que teníamos antes. Sin embargo, la diferencia se hace más evidente si aumentamos el software libre más hacia el 40% del total de inversiones en software (mientras disminuye el PROPS a un 60%). La diferencia en las tasas de crecimiento anual de la producción (y por lo tanto para la productividad laboral) se convierte en 0,08% por año.

En el caso del número de variedades basadas en software libre resulta más sensible al capital de las TICs, es decir, en el caso ψ_1^F es mayor, el efecto de un aumento de las inversiones software libre es claramente más grande y la tasa de crecimiento ahora salta al 0,21% en comparación con

¹⁶⁰ Es fácil demostrar que la proporción de los cambios relativos para un determinado cambio absoluto, sólo depende de los niveles iniciales y no del tamaño del cambio absoluto. (Ejemplo: un determinado cambio absoluto en los niveles iniciales por ejemplo, de 100 respectivamente, el 20 lleva a un cambio relativo que es un factor $100/20 = 5$ veces más alto para el nivel inicial de 20 en comparación con el nivel inicial de 100 y este factor no depende del tamaño absoluto de la variación)

sus propia base de ejecución (véase el experimento 10). Este efecto también está presente en el caso 30:70 mucho más grande que el efecto del nivel, como se muestra en el experimento 8a. El número de variedades basadas en software libre (\bar{A}^F) muestra una mayor tasa de crecimiento que se convierte en una mayor tasa de crecimiento del stock de capital efectivo. El efecto del caso 40-60 sobre el crecimiento de la producción es el doble, es decir, el 0,42% (no se muestra en el Tabla). Por último, el experimento 11 muestra el efecto que se produciría sobre un aumento en las inversiones de software libre si se cambia la contribución relativa del capital de las TICs a la formación de capital humano. El parámetro γ denota la contribución de capital de las TICs en el proceso de generación de conocimiento por lo que debe reducirse el número de γ con el fin de aumentar la contribución del capital de las TICs en la generación del conocimiento. El experimento 11 muestra que esto no tiene absolutamente ningún efecto sobre la tasa de crecimiento de la producción (excepto el nivel de efecto tal como se describe en experimento 8a). Este hecho, sin embargo, resulta muy natural, ya que no hay diferencia entre el software libre y el PROPS en este experimento de simulación particular por lo que el incremento del software libre y la disminución del PROPS no tienen ningún efecto en absoluto. Esta situación implica que, en caso de plena canibalización, la sensibilidad de la tasa de crecimiento del capital humano sobre el capital de las TICs tiene un efecto sobre el crecimiento de la producción si la naturaleza de software libre difiere de la del PROPS en más dimensiones, es decir, si combinamos los experimentos descritos anteriormente.

Los experimentos 12 al 15 muestran tales efectos combinados. Si combinamos los experimentos 9a y el 11, que se realizan en el experimento 12, vemos básicamente que no existe ninguna diferencia en comparación con los experimentos iniciales. La diferencia en este caso se convierte en visible únicamente si aumentamos las inversiones en software libre al 40%, como fue el caso en el experimento 9b. El experimento 13 combina a los experimentos 9a y 10, además, muestra un poco más el impacto como fue el caso en el experimento 10. Por su parte, el experimento 14 combina el experimento 10 y el 11 y también aquí no vemos ninguna contribución adicional (visible) de la importancia del capital de las TICs en la formación de capital humano. Los efectos son simplemente demasiado pequeños para medirse. Por último, el experimento 15 combina los tres efectos (9a, 10 y 11) y muestra también efectos considerables sobre el crecimiento económico, comparable al experimento 10.

Por lo tanto, los cambios resultan muy pequeños, casi cero, si la contribución relativa del

capital de las TICs en el capital humano se incrementa. Si bien no imponemos ninguna diferencia entre software libre y PROPS en este sentido y dado el hecho de que simulamos el modelo bajo el supuesto de la plena canibalización, este resultado era de esperarse. El efecto sería un poco mayor si se introdujera la diferencia calidad/precio del software libre en comparación con el PROPS, sin embargo, también aquí nos encontramos con efectos pequeños a menos que las inversiones en software libre aumenten al 40% del total de inversiones en software. Por último, si el software libre tiene un efecto mayor del número de variedades en comparación con el PROPS, el efecto de un cambio en el promedio de la inversión en software libre tiene un efecto considerable sobre el crecimiento de la producción. La combinación de las hipótesis no trae un crecimiento adicional. Finalmente, se podrían considerar tales aumentos como de menor importancia, tal como se muestra en la Tabla 34 (en el orden de 0,1% por ejemplo), pero se debe reconocer su tamaño al ser traducidos en cifras absolutas. Además, los cambios reportados aquí representan las tasas de crecimiento que dan lugar a efectos permanentes sobre los niveles. Si traducimos esto en la producción en euros, un crecimiento de la producción del 0,1% viene a ser igual a un poco más de 10 millardos de euros por año para el año 2006. Dado a que los efectos del software sobre el crecimiento económico (y el crecimiento de la productividad) se encuentran en las tasas de crecimiento, los niveles de los efectos son aún más importantes, después de algunos años, incluso si fuera temporal el impulso adicional de las inversiones adicionales en software libre.

Tabla 34: Simulación de resultados para Europa en caso de un aumento en el costo del software libre al costo del PROPS (un año después del cambio)

	Exp. 8a	Exp. 8b	Exp. 9a	Exp. 9b	Exp. 10	Exp. 11	Exp. 12	Exp. 13	Exp. 14	Exp. 15
% de inversión en software libre	30%	40%	30%	40%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
% de inversión en software propietario	70%	60%	70%	60%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
Contribución relativa del capital de las TICs en la formación del capital humano (γ)	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
Calidad del software libre (q)	1,0	1,0	1,1	1,1	1	1	1,1	1,1	1	1,1
Contribución del capital de las TICs en el software libre basada en el número de variedades (ψ_1^F)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2

Resultados: cambios en el porcentaje de crecimiento comparados con la base de ejecución:

	Exp. 8a	Exp. 8b	Exp. 9a	Exp. 9b	Exp. 10	Exp. 11	Exp. 12	Exp. 13	Exp. 14	Exp. 15
--	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Software libre basado en el número de variedades (\hat{A}^F)	0,33%	0,33%	0,33%	0,67%	0,68%	0,34%	0,34%	0,69%	0,70%	0,70%
PROPS basado en el número de variedades (\hat{A}^P)	-0,08%	-0,08%	-0,08%	-0,16%	-0,08%	-0,08%	-0,08%	-0,08%	-0,09%	-0,09%
Capital humano (\hat{h})	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Stock de capital efectivo (K^e)	0,13%	0,13%	0,14%	0,28%	0,35%	0,13%	0,14%	0,37%	0,36%	0,38%
Stock de capital TICs (K_T)	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%
Salida y productividad de la fuerza laboral (\hat{y})	0,08%	0,08%	0,08%	0,17%	0,21%	0,08%	0,08%	0,22%	0,21%	0,23%

Nota: todos los cambios son relativos a la base de ejecución para estos parámetros. Esto implica que los resultados de los experimentos 8a y 8b, en los que las inversiones en software libre aumentaron en un 30% y un 40%, respectivamente, se comparan con una base ejecución en la que el promedio de inversión es del 20% y donde todos los demás parámetros permanecieron sin cambios. Por lo tanto, los experimentos 9a y 9b se comparan con su "propia" base de ejecución, el experimento 10 con su propia base de ejecución, etc. Dado que todas las reacciones parecen ser lineales para la proporción de 30-70 del software libre frente al PROPS y para caso 40-60, sólo los casos 30%-70% se presentan a partir del experimento de 10 en adelante.

Al comparar estos resultados, la tasa de inversión global sigue presentándose sin cambios en un 0,15, ya que asumimos una plena canibalización del PROPS por software libre, por lo que por cada aumento de software libre asumimos una disminución igual de PROPS. Este hecho es claramente demasiado pesimista en términos de los efectos del software libre sobre el PROPS y refleja un enfoque conservador. Además, aunque según Solow, un cambio en la tasa de inversión normalmente sólo trae un efecto de nivel que se agota en el final, el momento en que esto ocurre puede estar muy lejos, mientras que los efectos a corto y mediano plazo pueden ser muy directos. Además, los cambios temporales en la tasa de crecimiento en relación con el estado de equilibrio generalmente tienden a desaparecer asintóticamente. Ello implica que no hay tendencia a rebasar el estado de equilibrio, sino que poco a poco el enfoque del estado de equilibrio, ya sea por encima o por debajo, nunca lo alcanza ni se acerca a él. Este hecho señala que los efectos del crecimiento positivo que tenemos en este escenario, al tiempo que es del orden de una décima de punto porcentual como máximo, en última instancia, debería ser un límite inferior al crecimiento real de los efectos que podemos esperar de la recaudación de la tasa de inversión en software para un determinado valor de la tasa de inversión en capital físico ordinario. No obstante, los efectos a largo plazo siguen siendo pequeños pero importantes si los comparamos con los efectos del total de las inversiones en software. El orden de magnitud ha sido el caso en todos los experimentos que hemos realizado (y se han producido muchos más de lo que hemos informado aquí). Por lo tanto, llegamos a la conclusión de que nuestros experimentos parecen indicar que la fuerza de software libre puede enfocarse principalmente en su capacidad para apoyar los diversos motores de crecimiento de la economía, en la forma de formación de capital humano y en su capacidad para aumentar la variedad de productos y servicios, en lugar de ser una verdadera fuente de crecimiento en sí.

8.5.5. Conclusiones

En esta sección hemos descrito la construcción de un modelo de crecimiento que toma en cuenta los motores del crecimiento estándar a diferencia de la teoría del crecimiento endógeno, además del software libre, el PROPS y las TICs en general como factores complementarios a estos motores de crecimiento. Estos motores de crecimiento son la acumulación de capital humano y el aumento de la calidad de la relación entre oferta y demanda de bienes y servicios a través de una mayor variedad de estos bienes y servicios. Este último genera mayor utilidad, ya sea (de ahí el valor) en el caso de los productos/servicios finales o una mayor productividad en el caso de una mayor variedad de bienes intermedios y servicios. En términos generales, las TICs pueden concebirse a fin de influir en el proceso de crecimiento no sólo a través de su impacto sobre la productividad del proceso de acumulación de capital humano, sino también a través de su impacto sobre la creación de variedades más directamente. Especialmente esta última parece ser una característica especialmente importante del software libre, ya que es su adaptabilidad a las necesidades y circunstancias especiales de sus usuarios, así como la velocidad de adaptación en relación con el PROPS, los principales incentivos para la adopción de software libre. Sin embargo, también es importante para sus usuarios el costo relativamente bajo de aprobación.

Hemos construido un modelo de crecimiento endógeno, basado en varios niveles anidados en las funciones de producción de Ethier, mientras que los préstamos del enfoque comportamental de Solow, supone que hemos utilizado promedios fijos de inversión exógena, en lugar de una plena consonancia entre el problema de optimización intertemporal, como es práctica habitual en la teoría del crecimiento endógeno. Tal marco de optimización intertemporal plenamente coherente obliga a ahorrar un contenido real, en favor de la coherencia analítica y, en este caso preferimos el contenido real sobre la coherencia, ya que es necesario combinar una serie de diferentes motores de crecimiento y el crecimiento de las actividades de software libre y PROPS, sin poner en peligro la capacidad del modelo para llegar a resultados no triviales. Dado el enfoque comportamental en este caso no nos permitimos obtener soluciones analíticas, hemos utilizado los ejercicios de simulación para ilustrar el funcionamiento del modelo y el tipo de resultados que pudiéramos obtener.

Con este fin, hemos tratado de conjeturar algunos de los parámetros estructurales del modelo menos conocidos o incluso desconocidos, mientras se calibran los demás. A continuación realizamos un análisis de sensibilidad, para conocer la magnitud las señales y órdenes de del crecimiento de los

efectos asociados a cambios en los diferentes parámetros del sistema. Se encontró que los parámetros más importantes que influyen en el crecimiento de la productividad total de resultados son los de la importancia del capital de las TICs en el proceso de acumulación de capital humano y los parámetros que reflejan la importancia del capital humano y del capital de las TICs en la generación de nuevas variedades. Debido a la forma en que se organiza el software libre, a través de comunidades que contribuyen a un conjunto de productos de software libre, es casi imposible **no** tener un despliegue de conocimiento positivo cuando se utiliza software libre. Estos efectos secundarios pueden ser producto del software específico, sin embargo, también pueden dar lugar a una mayor alfabetización de las TICs, lo que facilita la absorción y la distribución de los nuevos conocimientos. Los parámetros que reflejan la importancia del capital humano y del capital de las TICs en la generación de nuevas variedades tienen que ver con el vínculo entre el uso del software y la capacidad de crear variedad de productos y servicios. Esta capacidad es mayor con software libre que con PROPS, pero todavía depende fundamentalmente de la disponibilidad del capital humano, con la ayuda del software libre y/o del PROPS. En nuestro análisis de sensibilidad, hemos llegado a la conclusión de que los cambios en estos parámetros, en efecto, dan lugar a cambios significativos en el crecimiento, lo que indica al LOV como uno de los principales mecanismos de crecimiento endógeno que puede ofrecer oportunidades para el software libre basado en el crecimiento adicional. Por último, hemos realizado un experimento en el que hemos cambiado la composición de la inversión en Europa en favor del software libre y, asumiendo de manera pesimista la plena canibalización, a costa del PROPS. Si bien los resultados fueron positivos con respecto al crecimiento en todos los casos, los efectos cada vez más importantes son los de las TICs en la formación de capital humano. En este sentido, se puede argumentar que el impacto del software libre podría ser mayor ya que el desarrollo de software (como parte de la investigación y desarrollo) está más orientado hacia el desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en el conocimiento de las aplicaciones existentes. Esto aumentaría la productividad de la formación de capital humano, incluso más que a un mayor impacto en la productividad y el crecimiento de la producción.

Nuestros resultados son indicativos de la importancia de la formación de capital humano en esta situación y sobre todo de la forma en la que el software libre puede influir directa y positivamente en la velocidad en que los contribuyentes de las comunidades de software libre pueden captar nuevos conocimientos y poner en uso el buen aprendizaje, no sólo para ellos mismos sino también para los usuarios centrados del software libre, sobre todo si este se orienta en el diseño de libre acceso basados en las TICs, los entornos de aprendizaje. Por último, debe suponerse de lo

anterior que se necesita más conocimientos en los procesos señalados a fin de dar más precisión y más cifras concluyentes sobre el impacto económico del software libre frente al PROPS. Esto, sin embargo, también exige más y mejores datos.

- i UNU-MERIT son las siglas de un grupo de investigación y centro de formación de la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y la Universidad de Maastricht en Holanda.
- ii “*Prosumidor*” es una combinación léxica formada por la fusión original de las palabras en inglés *PROducer* (productor) y *conSUMER* (consumidor) = *prosumer*. En español el término se refiere a la fusión de las mismas palabras PROductor + conSUMIDOR = prosumidor.
- iii “*Offshore*”; literalmente "fuera de la costa", es un término en inglés que se emplea para referirse a empresas creadas en centros financieros con un nivel impositivo muy bajo (paraísos fiscales), que generalmente se encuentran en el exterior de determinado país (de ahí la utilización del término inglés). Estas empresas son usadas para ocultar el propietario o beneficiario de determinados bienes, por varios motivos (p. ej. blanqueo de dinero, etc.)
- iv El *nynorsk* (literalmente *nuevo noruego*) es uno de los dos estándares oficiales del idioma noruego escrito, siendo el *bokmål* (literalmente *idioma de los libros*) el otro estándar. En Noruega es usado como lengua escrita por alrededor del 10% al 15% de los hablantes del noruego, en lugar del más extendido *bokmål*.
- v El *Eurostat* (*Statistical Office of the European Communities*) es la oficina de estadísticas de la Comisión Europea que produce datos sobre la Unión Europea y promueve la armonización de los métodos estadísticos de los estados miembros.
- vi *Dresdner Kleinwort Wasserstein* (DrKW) es el banco de inversión de Dresdner Bank AG y miembro del *Allianz Group*. Con sede en Londres y Frankfurt, y una red internacional de oficinas que incluye importantes centros financieros como Nueva York y Tokio, la compañía tiene unos 6.000 empleados en todo el mundo.
- vii
- viii El EIS (*European Innovation Scoreboard*) es un instrumento desarrollado por iniciativa de la Comisión Europea, en virtud de los objetivos de Lisboa para evaluar y comparar el rendimiento de la innovación de los estados miembros de la Unión Europea.
- ix En computación, la palabra **upstream** tiene varios significados y varias posibles traducciones al español. El uso más común de la palabra se refiere a la velocidad con que los datos pueden ser transferidos de un cliente a un servidor, lo que podría traducirse como velocidad de carga, subida (uploading).
- x PyTernity es una herramienta que analiza archivos de código fuente y documentación en busca de datos de autoría. Guarda los datos en una base de datos y los categoriza según el tipo de autor. pyTernity es software libre y se distribuye libremente bajo licencia GPL.