

La revolución microelectrónica y la producción de software

Dr. Prudencio Oscar Mochi Alemán

Investigador del CRIM-UNAM

pom@correo.crim.unam.mx

Introducción

El cambio de paradigma tecno-económico que tuvo sus orígenes en los años 80s y 90s, fue consecuencia de la Revolución de la Informática y de las Comunicaciones. Tales tecnologías se transformaron de genéricas en difusas, originando, de este modo, no sólo nuevos productos, sino también sistemas e industrias que afectaron tanto las condiciones de producción, como las de distribución de todos los sectores de la economía (OCDE, 1990)¹. En este contexto, los sectores productores de Tecnología de Informática y de las Comunicaciones (TIC) surgen como principales protagonistas entre los distintos sectores industriales, debido al crecimiento exponencial de computadoras, al despliegue de Internet, a la demanda de programas especializados, como también a los cambios revolucionarios en el sistema de telecomunicaciones (telefonía por cable, introducción de fibra óptica, telefonía satelital, radio comunicaciones celular sin cable, etc.)

La revolución tecnológica de las telecomunicaciones consistió en la incorporación del microprocesador como dispositivo operativo fundamental del equipo y la introducción del software como controlador de su funcionamiento, lo que provocó que el desarrollo del software se convirtiera en el principal costo de desarrollo del equipo (constituye el 60% del costo de desarrollo de la interconexión) (Dabat, A., Ordoñez S. 2000)².

Los sectores fundamentales de esta industria son la Ingeniería del software y los Servicios Informáticos (ISSI), los cuales están organizados en una estructura empresarial compleja que, en muchos casos, hace difícil distinguir entre ambas actividades. Podemos definir al software como conocimiento e información codificados, y de acuerdo con la definición más corriente propuesta por la OCDE (1985), similar a la empleada por la ISO

¹ OCDE (New Technologies in the 1990's. A socio-economic strategy)

² Dabat A., Ordoñez S. (2000) Informe de investigación: *Revolución Informática, Nuevo Ciclo Industrial y División Internacional del trabajo: marco general para el estudio de la inserción internacional de México.*

(International Standardisation Organisation) y la WIPO (World Intellectual Property Organisation), como la

producción de un conjunto estructurado de instrucciones, procedimientos, programas, reglas y documentación contenida en distintos tipos de soporte físico (cinta, discos, circuitos eléctricos, etc.) con el objetivo de hacer posible el uso de equipos de procesamiento electrónico de datos.

Siguiendo el uso de parámetros internacionales, es preciso distinguir entre los diferentes rubros vinculados a la materia, a saber: empresas desarrolladoras de software, subcontratistas de las mismas, actividades de confección de programas, comercialización y distribución de productos de software elaborados por terceros o por la casa matriz; ciertos servicios conexos, tales como instalación, configuración, prueba, puesta a punto, elaboración de manuales y la red de Internet como nueva plataforma de trabajo de la industria desarrolladora de software. Dentro de esta organización general, las grandes, medianas y pequeñas empresas tienden a tener características distintas que no siempre coinciden con la de otras ramas industriales, ya sea por el dinamismo, la alta tasa de rentabilidad o por el carácter innovador que algunas poseen, en especial, las PYMES ³.

No cabe duda que Internet aceleró el avance de las ISSI en los países industrializados y en algunos países en desarrollo. Actualmente, la evolución de dicho sistema favorece, asimismo, otra tendencia: la transformación del software en servicios. Ello gracias a la utilización de Internet como plataforma de trabajo y como renta de aplicaciones, tanto para el consumidor final, como para las empresas. En definitiva, el comercio electrónico, que recién está en su fase inicial de desarrollo, ofrece un enorme potencial de crecimiento y desarrollo para la Industria del software.

³ La gran empresa (IBM, Microsoft, Unisis, etc.) tiene tasas de ganancia menor, pero su facturado es mucho más grande. Sus productos, en numerosas ocasiones, son estándares y en gran parte deben ser compatibles con los productos anteriores, con el fin de no perder posición en el mercado. Esto impide muchas veces la innovación, ya que ésta es concebida en esta división sólo como respuesta a las medianas y pequeñas empresas. Por el contrario, la pequeña y mediana empresa presenta una gran capacidad innovadora, con mucha inversión en alta tecnología y un valioso activo representado por el conocimiento que posee en recursos humanos y la capacidad de exploración de nuevos mercados. Para que estas empresas puedan desarrollarse, necesitan de capital de riesgo y de la superación de barreras comerciales. Es también en este sector donde se producen mayores deserciones y fracasos, ejemplos de crecimiento explosivo y adquisición por grandes

La ponencia que hoy quiero compartir con uds. aborda el surgimiento y la evolución del software propietario, las características del desarrollo de la industria del software en la arena internacional (puesto que se trata del sector de más alto crecimiento de la SEI⁴ a nivel internacional) y las características de la industria en México. En un segundo momento, describiremos los modelos de organización de la empresa de software, como paradigma de la empresa posfordista. Por último, nos detendremos en el análisis de un modelo alternativo de software llamado cooperativo y voluntario, más conocido como software libre. El motivo de estudio de estos dos modelos –el software propietario y el software libre- es mostrar cómo en el origen de la producción de software de masa, relacionado con la expansión de la computadora personal (PC), actuaron tanto actores privados (empresas) como actores emparentados con movimientos de la sociedad civil. Si bien la producción de software propietario no tiene comparación cuantitativa con la producción de software libre, desde el punto de vista social, este último modelo está adquiriendo cada vez mayor importancia, al ser adoptado por los gobiernos de algunos países, así como por universidades y hasta por las mismas empresas.

Surgimiento y evolución del software propietario

La producción de software no es un fenómeno que pertenece a estos últimos tiempos. Su nacimiento se ubica “junto con el de la primera computadora electrónica, en Estados Unidos en 1940; y fue durante la segunda guerra mundial, madre de todas las tecnologías, cuando mostró su potencial en el diseño de aviones, misiles y la decodificación de mensajes en clave del enemigo” (Steimueller, citado por Salomón, 2002). Los primeros proyectos estaban dirigidos y financiados fundamentalmente por el gobierno de Estados Unidos. Este hecho tendrá importantes repercusiones, posteriormente, en la posición de liderazgo de este país en el sector.

Aunque las primeras formas de empresas de software específico asoman en el 1949, es sólo en 1959 cuando entra en el vocabulario la dicción ‘software’. Sin embargo, no pasó mucho tiempo para presenciar el boom de la industria del software, suscitado por el

empresas (por ejemplo “Hotmail” nació con un capital de 300.00 dólares y en dos años y medio fue vendido a Microsoft en 400 millones de dólares ya que la inscripción era de 125 mil suscriptos nuevos por día).

⁴ Sector Electrónico Informático (SEI)

crecimiento exponencial de computadoras, hacia fines de 1960. Europa, por su parte, ingresa mucho más tarde en la producción, respecto de Estados Unidos.

Entre 1959 y 1969 comienzan a aparecer las primeras empresas productoras de software, las cuales desarrollaban la mayor parte del software y lo integraban gratuitamente al hardware. No obstante, ya en 1969 la IBM vendió un programa separado de la computadora. “Los primeros pasos en la separación del programa y el equipo se dieron al crearse los lenguajes de programación de alto nivel: el Fortran (fórmula Translator), en 1957, y el Cobol (Common Business Oriental Language), en 1960” (Idem, op.cit.). Entre 1969 y 1981 se consolida en el mercado este modelo de producción de software independiente de la producción de hardware.

Es por estos años que también nacen las empresas desarrolladoras de soluciones para las empresas; es el caso de las grandes europeas, como la SEMA (francesa), la CAP (inglesa).

Pero es recién con la aparición de las computadoras personales (PC) cuando se dinamiza el sector y la economía en su conjunto. Esta revolución trajo consigo una nueva tipología de software, conocida como “software empaquetado” para la PC, destinado a consumo masivo. Es en este momento donde podemos identificar el verdadero cambio de paradigma, ya que la industria del software se irá transformando paulatinamente en el sector articulador y movilizador de mayor crecimiento económico y de mayor incidencia en los cambios sociales y culturales.

En 1981, la computadora personal se volvía un producto de masa en EEUU, y a su alrededor comenzaría a desarrollarse un sector industrial de gran envergadura. “Así, mientras en 1981 se vendieron 800 mil computadoras personales, al año siguiente sumaron 1,4 millones y, de 1984 a 1987, 60 millones” (Salomón, 2002). El valor agregado se concentra sobre todo en el software, más que en la plataforma que lo sostiene, es decir, el hardware. Se vuelve consumo de masa destinado a personas no expertas en informática, brindando prestaciones convencionales, generalizadas y útiles para todos. En este período empiezan a desarrollarse y a difundirse miles de programadores por el mundo en verdaderas fábricas de software, junto con miles de hombres dedicados al marketing o mercadotecnia,

capaces de difundir el nuevo descubrimiento. El software propietario aparecía, de este modo, como una elección obligada para todos.

La empresa Microsoft aparece cuando Bill Gates y Paul Allen desarrollan la versión Basic para el Altair. A partir de este momento, Microsoft no cesa de producir nuevas versiones, transformándose en una importante empresa, con el sistema operativo más popular de la historia de la computación: el MS_DOS.

Este sistema operativo y más tarde Windows, se transformarán en los productos líderes del mercado, garantizándole a la Microsoft facturados de tal envergadura que le permitirán reforzar más aún su posición en los mercados del software para PC. Posteriormente, con el sistema operativo Windows Nt, la Microsoft entrará también en el mercado de software para grandes empresas.

Contemporáneamente, la IBM producía nuevos productos de software aplicativo, en conjunto con otros productores: Adobe, Autodesk, Corel, Intuit, Lotus y Novell.

En 1983, fue creada la Novell, la cual inauguró la era de las redes de los ordenadores en 1989, cuando presentó un *sistema de red local multi thread*, compatible con los principales sistemas operativos, OS/2 de IBM, Unix, Macintosh de la Apple. También la Intuit fue considerada un hallazgo de la época: en 1984 lanzó el Quicken, un software para la contabilidad personal, de gran suceso, que aún se encuentra en el mercado.

Los ochentas, en general, fueron años que registraron un gran crecimiento para la industria del software, casi de un 20% anual. Las entradas de las empresas en Estados Unidos crecieron a un ritmo diez veces mayor respecto a los datos de 1979 (Campbell-Kelly, "Development and Structure of the International Software Industry, 1950-1990", p. 74).

Los últimos años de aquella década, se caracterizaron por el desarrollo de Internet red global, que dio paso a una nueva era, dada su extensión y características. En un momento en que el mercado de software tenía que enfrentar fuertes competencias debido a plataformas diversas, las nuevas oportunidades que ofrecería la web constituirían otra de las tendencias en el mercado con fuerte incidencia.

La empresa con mayor influencia en este inicio de la era de Internet es Netscape. Fundada en 1994, creció con gran rapidez, tanto es así, que 16 meses después ya cotizaba en la bolsa y empleaba 2000 personas. La historia de esta empresa representa, asimismo, el

principio de un nuevo periodo en la industria del software. La tecnología Internet y los *browser* gráficos, fáciles de usar, han permitido aplicaciones radicalmente nuevas y oportunidad para los servicios. A partir de este proceso comenzaron a brotar empresas casi todos los días.

El comercio electrónico permitió a estas últimas ganar un espacio inédito en el mercado. En este contexto, nace la Broadvision, la Icar, la Intershop Communications, la Open Market y la Comerse Wave. Las empresas jóvenes que ofrecían servicios profesionales también supieron aprovechar esta oportunidad.

No será sólo la industria del software quien se favorecerá con la red Internet, sino más bien toda la industria de la electrónica y las telecomunicaciones, las que acabarán conformando el núcleo de la actual convergencia industrial tecnológica. Dicha convergencia convive, como nunca había sucedido en toda la historia de la industria del software, con una serie de plataformas, lenguajes y programas, gestionados paralelamente: MVS y OS/390, Unix, Nt y Windows, Microsoft. Esto permite que diversas empresas de software puedan ofrecer sus propios productos para usar en plataformas diversas.

La industria del software a nivel internacional.

La informática en general, como “forma codificada del saber” (Paul Romer, 1997, citado en Hoch, 2000), y la industria del software en particular, producen gran parte de la riqueza actual en el mundo y crean nuevas oportunidades de trabajo. Su uso aumenta cada día más para mejorar actividades y facilitar el manejo de mucho objetos cotidianos, como son los teléfonos, los televisores, los hornos microondas, los frigoríficos, las lavadoras, los relojes, automóviles, trenes, aviones, etcétera. El carácter multifuncional de esta nueva tecnología hace, además, que sus contenidos sean transportados a todos los sectores de la economía y de la sociedad.

Por otro lado, la calidad innovadora del sector se demuestra en el hecho que 70% de facturado de la industria informática (con el mercado de software incluido) deriva, según *The Economist* (1996), de la venta “de productos inexistentes hasta hace dos años”.

La industria del software constituye, ciertamente, el sector de más alto crecimiento a nivel internacional: podemos hablar de un crecimiento medio del 14,6% anual desde 1997 al 2003, según estadísticas del 2000 (Sperzani Silvio, 2000). Si bien las expectativas más recientes

redimensionan de manera importante estas cifras (reduciéndolos a la mitad o a la tercera parte), sus índices de crecimiento siguen siendo muy superiores al resto de los sectores de la economía. Datos publicados por Select.- IDC, presentaron el panorama al que se expone el crecimiento de las tecnologías de la información, después de los sucesos del 11 de septiembre. Dicho informe indica que las expectativas de crecimiento para Estados Unidos disminuyeron, del 9.5 por ciento al 4.3 por ciento, y del 12 por ciento al 6.3 por ciento, en el caso de Latinoamérica (Interfase- Reforma 22/10/2001).

A nivel internacional, la industria del software alcanzó transacciones por un valor de 525 mil millones de dólares anuales, en 1995, y de 800 billones, en 1998 (OCDE, 1998). Se estima que el 20% corresponde a las ventas de software de paquete tipo Microsoft. De esa cantidad, el 80%, es decir, tres cuartas partes, corresponde a software de programación, cuya producción es liderada por EEUU, al que le siguen Irlanda e India. La OCDE informa que en EEUU los ISSI crecieron a un promedio del 5,9% por año y el software, a un 11% entre 1992 y 1997. ⁵

Las exportaciones de software de los países de la OCDE superaron los US\$ 9000 millones en 1997, de los cuales un 15% fueron destinados a países no miembros de la organización. Estados Unidos e Irlanda son los dos principales exportadores mundiales, con US\$ 2900 y 2800 millones, respectivamente, seguidos por el Reino Unido, Holanda, Alemania y Francia, y, en menor medida, Japón, Bélgica, Canadá y Suecia (OCDE, forthcoming).

La industria del software ofrece a los países menos desarrollados la oportunidad de insertarse en el mercado internacional como productores importantes del sector. Tal es el caso de India, que de vender sólo trabajo de programación pasó a exportar servicios más complejos, y cuya actividad ha dado lugar a uno de los sistemas locales de innovación de alta tecnología más sofisticada del mundo en desarrollo. India dispone de más de 200 mil desarrolladores de software y 50 mil nuevos egresados de las universidades cada año. Es, en efecto, el gran exportador de software entre los países en desarrollo. Mientras en el año 1995 exportó servicios de *outsourcing* de software por US\$ 70 millones, en 1996, lo hizo por US\$ 1000 millones, por US\$ 1650 millones, en 1997, y por cerca de los US\$ 2000 millones,

en 1999.⁶ El destino fundamental de tales exportaciones es, paradójicamente, Estados Unidos, país productor de buena parte de estos servicios complejos de software. El ejemplo de la India resulta más importante todavía, por la política industrial activa planteada por el gobierno de ese país, sobre todo en los ámbitos educativos y de política impositiva.

Irlanda, por su parte, genera el 40% del software que se vende en Europa y constituye el segundo país exportador de software, después de EEUU. Precisamente, las exportaciones de la industria electrónica y del software contabilizan el 40% del total del comercio exterior irlandés. Además, Irlanda cuenta con más de 600 empresas locales de software.

La industria del software en América Latina -en su conjunto- registra un crecimiento promedio anual del 18%. En Uruguay, por ejemplo, presenta un grado interesante de consistencia, satisfecho en parte por esta industria (US\$ 120 millones) y en parte por actividades de Informática en el seno de ciertas instituciones (US\$ 40 millones). La industria uruguaya está entre las que más exporta en proporción de su facturación total (33%), sólo superada por Irlanda (que exporta casi la totalidad de su producción) e India (52%), y a un nivel similar al de Israel.⁷

Brasil y Argentina representan el caso contrario, sus industrias se centran esencialmente en el mercado interno, con un crecimiento muy dinámico en software aplicativo, en el primer caso, y más en servicios, en el segundo. Justamente en Argentina, según la Encuesta Nacional de Software y Servicios Informáticos, el sector de software y de servicios informáticos ha incrementado su facturación en un 40% desde 1998 hasta el 2000, ya que las ventas totales alcanzan los 2000 millones de dólares, de los cuales 35 millones de dólares son de exportación. Según el documento, se calcula que en el país existen unas 500 empresas de software y servicios, y alrededor de 300 empresas desarrolladoras de software. Estas cifras no consideran a las empresas que distribuyen software importado o prestan servicios de asistencia. El sector en su conjunto genera empleo para unas 4500 personas y

⁵ Cámara de Comercio de Medellín. Colombia. *La industria del software, clave para el desarrollo*. Noviembre-Diciembre 1998.

⁶ The Indian IT industry, New software opportunities, Nov. 1998, citado por Tendencias ocupacionales a Mediano Plazo en el Valle de Aburrá. Cámara de Comercio de Medellín. 1998. Colombia.

⁷ Si bien la comparación con países de considerable mercado interno no puede realizarse fácilmente, cabe confirmar, con fines informativos, que para EEUU el porcentaje exportado es del orden del 13% y que en el caso de Brasil es menor al 1% (Ministerio de Industria, energía y Minería. Uruguay. Informe sobre software. Junio 1999).

la facturación acumulada de las empresas llega a unos 300 millones de pesos. Siempre sobre la base de la encuesta citada, la exportación total del sector no supera aún los 25 millones de dólares.

Costa Rica es otro de los países que ha tenido en estos últimos años un fuerte interés en dinamizar sectores productivos no tradicionales. El hecho de ser históricamente un país con altos índices en educación, (94%) con población alfabetizada, una educación primaria y secundaria gratuita, la incorporación de computación y el idioma inglés (como segunda lengua) en los programas oficiales de enseñanza de las escuelas pública, fueron algunas de las tantas condiciones que han permitido incorporar el desarrollo de actividades con alta intensidad en conocimiento como es la producción de software. En este país, por cierto, se ha verificado un gran crecimiento en la producción y exportación de software, primero hacia economías vecinas y más recientemente en países de Europa, Asia e incluso África. Localmente existen más de 130 empresas dedicadas al desarrollo de software. Más de un 70% de las empresas locales exportan a estos mercados. Software en áreas como Bancos, Finanzas, Recursos Humanos, Salud, Educación, Inteligencia Artificial, Migración, Comunicaciones, Turismo, Producción, Aplicaciones para Internet, Administración y otros, son sólo algunas de las alternativas que los clientes tienen a su alcance en Costa Rica.

La Industria del software en México

La historia de la industria del software en México comienza con la llegada al país de firmas internacionales. En 1988, entre el 60 por ciento y el 70 % del software vendido en México era importado. Se trataba, fundamentalmente, de oferta de software aplicativo. La oportunidad del mercado comenzó hacia los años ochenta “porque los programas de nómina, el control de inventarios, los impuestos, entre muchos otros, tenían que ser mexicanos, lo que permitió que buen número de desarrolladores se incorporara a la naciente industria de desarrollo de software”(Cantarell, González, 2001, p.110).

La dinámica de la época estuvo signada por la elaboración de soluciones locales, que en algunas ocasiones se exportaban a países de América Latina, y la utilización de software extranjero adaptado a las necesidades locales. Para ello, se usaban computadoras grandes y medianas. Los mejores desarrolladores se encontraban en las universidades, en las carreras

de ingeniería, donde se trabajaba con lenguajes más sofisticados. Los primeros usuarios y adaptadores de programa fueron los científicos de la UNAM, del Centro Electrónico de Cálculo, al operar una computadora de bulbos, no obstante, en el mercado estadounidense surgía ya la tecnología del transistor. En 1967 se creó la carrera de Ingeniería en sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico de Monterrey. La Universidad Iberoamericana también creó estudios en la materia, la Universidad Anáhuac lo hizo en 1974 y la Universidad de Guadalajara, en 1975 (Salomón, 2002). Esta interacción entre universidades y empresas relacionadas con investigación y desarrollo será una constante en México.

En 1980 surge en México la empresa Siga Desarrollos, encargada de distribuir software y proporcionar soluciones. En 1984 “esta empresa se encarga de traer a México la distribución del software de Ashton Tate, iniciando así una carrera desenfrenada por tener la mayor cantidad de representaciones de programas extranjeros en el país” (Ídem, p.112).

La aparición de la computadora personal (PC), del sistema operativo MS-DOS, la versión Windows, y los desarrollos posteriores llevados a cabo por Microsoft, a diez años de su fundación, la convierten en la compañía más importante en el diseño de toda clase de software. El mouse inventado por XEROX, el procesador de palabras, la nueva versión Microsoft Windows diseñada para el sistema operativo OS/2, creado para microprocesadores 286 y 386, son algunos de los grandes adelantos que van emergiendo aceleradamente en el mundo de la computación. Microsoft llega a México en 1986 marcando allí un parteaguas de lo que será el mundo del cómputo en adelante. Comienza “la introducción de equipos pequeños, principalmente en áreas departamentales, en los corporativos, en las grandes empresas que comienzan a abrirse a la computación personal” (Ídem, p.113), y empieza a desarrollarse un mercado de software en el país. Al mismo tiempo, inicia la masificación del cómputo, con la IBM compatibles, la Macintosh, la Apple II, la Atari, la Spectrum. Los computadores se convertirán en el sueño no sólo de las empresas y las oficinas sino de todas las personas que anhelan tenerlas en sus casas.

México se destaca por el desarrollo en software para la administración, “el cual no sólo sobrevivió a estas dos décadas de cambios tecnológicos, sino que hoy por hoy constituye uno de los pocos ejemplos a seguir por quienes deseen incursionar en el negocio de las soluciones de software” (Ídem, p.119). Sobresale en el desarrollo de estos sistemas la firma

Aspel (1981), sin olvidar algunas otras, como Sistema Ilimitados de Oaxaca, Dac Easy y Vital, ubicado en Monterrey.

La entrada de la firma Lotus a México, una compañía de un solo producto como era la hoja de cálculo Lotus 1-2-3 , junto a la de Execuplan, encargada de la distribución exclusiva de todos sus productos, instauro probablemente otro de los momentos excepcionales en la industria del software. Oracle, otra empresa internacional exitosa, se introduce al país en 1987.

Como observamos, en los años revisados, el mercado se puebla de empresas extranjeras y, por el contrario, se halla más bien vacío de competidores nacionales: “el enorme empuje de Microsoft y la cerrada competencia con otras compañías igualmente poderosas y obsesionadas por quedarse con la rebanada más grande del pastel, principalmente el corporativo, dejaban pocas opciones para quienes no se plegaran a estas directrices o compitieran en nichos de negocios orientados a soluciones específicas y locales, donde los grandes jugadores no mostraron mayor interés” (Ídem, p. 122).

Sin embargo, en nuestros días, pleno siglo XXI, México encarna un mercado interno de tamaño considerable, en plena expansión y compuesto por clientes cuyas demandas van desde las necesidades administrativas y contables, hasta programas más sofisticados que les permitan afrontar el desafío de la mayor competencia en la producción de bienes y servicios.

Desde el punto de vista de las ventajas competitivas, México se ve favorecido, en principio, por su ubicación privilegiada respecto a EEUU, y por el idioma español, el cual le permite atender tanto el mercado hispano en EE.UU., como el latinoamericano, cuyo potencial de crecimiento es fuertísimo. Entre otras de las ventajas mexicanas, se encuentran los sueldos competitivos respecto a otros países; la baja restricción para la importación de tecnología; la estructura de telecomunicaciones en expansión; el arancel cero para la prestación de servicios en las tecnologías de la información en EEUU, y la adopción rápida de nuevas tecnologías.

El segmento del software creció desde 1995 a tasas mayores del 30%, tanto en número de empresas que integran el mercado como en valor (AMITI 2001). En lo que se refiere al

número, AMITI identifica en México 206 empresas de software en total, pudiendo hacerse una división, según la misma información en:

| | |
|---|-----|
| <input type="checkbox"/> Micro empresas (con menos de 15 empleados) | 63 |
| <input type="checkbox"/> Pequeñas (de 15 a 100 empleados) | 117 |
| <input type="checkbox"/> Medianas (de 100 a 250 empleados) | 14 |
| <input type="checkbox"/> Grandes (de 250 a 1000 empleados) | 11 |
| <input type="checkbox"/> Corporativas (de 1000 en adelante) | 1 |

De forma más específica, las distintas actividades del sector podrían ser identificadas con áreas geográficas diferenciadas: a) Guadalajara: con la concentración de grandes empresas extranjeras que fabrican crecientemente lo que hemos denominado software empaquetado transparente, o sea, el software que mueve partes electrónicas de las máquinas; b) Monterrey: producción de software académico, con menos relación con la empresa; c) Distrito Federal: (40 % de la producción nacional) centrada en producción de aplicaciones, tanto de software empaquetado genérico, como de software a medida, sobre todo en áreas de contabilidad y administración, software educativo, etcétera. Es necesario mencionar además la existencia en algunas regiones de determinados proyectos, producto de alianzas entre el gobierno nacional, gobiernos estatales y empresas, y conocidos como “tecno-polos”, tal es el caso de Puebla y Guanajuato. Entre ellos, resalta por su tamaño Softek, radicada en Monterrey, la que cuenta con 2500 programadores y exporta 24 millones de dólares anuales, y, en menor medida, la firma DEMESIS de Aguascalientes, que con sus 400 personas, exporta 4 millones de dólares.⁸

La formas organización de la empresa en la industria de software.

La empresa de software representa el modelo más acabado de empresa posfordista. Como hemos explicado, el modelo se caracteriza por la introducción de conocimiento como componente predominante en la producción. Su forma de organización modificó radicalmente las formas tradicionales conocidas como fordismo en el contexto internacional. El viejo “mundo del acero”, del “cemento”, de “los grandes establecimientos”, propios de todo el siglo veinte, así como la verticalidad de la organización, la racionalización de los

movimientos y el control directo de los instintos que distinguieron a los viejos métodos de comando y de control, dieron paso a un nuevo modelo de organización. (Revelli, 2000). La producción de masa estandarizada y la organización científica del trabajo sufrieron irreversibles transformaciones. La producción inmaterial del software, máquina lingüística finalizada a la “producción de lenguaje por medio de otro lenguaje”, se traduce en trabajo en red, comunicación verbal, simbólica y horizontal, participación directa en el trabajo (grave violación para el código taylorista), y conlleva coordinar recursos humanos y tecnológicos, con un alto potencial de subjetividad. La empresa del software encarna en su antropología la antítesis del fordismo, por la inversión radical de sus métodos, su forma organizacional, su misma “morfología” (Ídem, 2000).

Para describir los aspectos más notables respecto a dichos cambios, nos basaremos en resultados obtenidos por una investigación llevada a cabo a nivel internacional en cien empresas de software: *Secrets of software Success. Management Insights from 100 Software Firms around the World*. (Detlev J. Hoch- Cyriac R. Roeding-Gert Pudert; Sandro K. Lindner, 2000).

Este nuevo paradigma productivo fundado en el “capital intelectual”⁹, representa un eminente giro respecto al precedente paradigma “fordista”, tanto en el plano de la organización al interior de la fábrica, como en el proceso de valorización externa del capital.

En relación al primer aspecto, la organización de la empresa en la industria del software se considera un modelo de “organización caótica”¹⁰. Los modelos anteriores desarrollados dentro de una organización disciplinada y basados en la cadena de montaje, ya no son viables para la creación y adaptación de conocimiento. Al tomar conciencia de este hecho, los desarrolladores en las empresas de software eluden aplicar esos viejos modelos y crean uno nuevo, más dinámico, creativo y exento de rígidas disciplinas. Este proceso es apoyado, a su vez, por los empresarios, con el objetivo de estimular la innovación continua.

Las fases que caracterizan a esta organización caótica son dos: a) La primera de ellas corresponde al desarrollo de proyectos, etapa en la cual se generan las ideas más

⁸ Periódico El Universal. Suplemento Finanzas del 5 de Junio 2000. México.

⁹ Expresión usada por Stewart Th., *Intellectual Capital. The New Wealth of Organizations*, Doubleday Currency, New York, 1997, p. 39

¹⁰ La Software Engineering Institute (SEI) de la Carnegie Mellon University de Pittsburg, analizó la organización caótica de la industria del software.

puras. Se caracteriza por reuniones y encuentros de trabajo más o menos informales, en los que no se revelan aún las ventajas del producto ni del mejoramiento de los procesos de desarrollo (aspecto que, si bien es de mucha importancia en la producción del producto, recién se llevará a la práctica en un segundo momento). b) La fase sucesiva se denomina de ejecución. En ésta todas las energías están concentradas para la ejecución del producto. Las reuniones son más cortas y disciplinadas.

La definición de “caos organizativo” se debe principalmente a una continua oscilación entre una etapa y otra, pues, según hemos visto, también se observan algunos componentes de disciplina (sin llegar a compararse con la cadena de montaje) en la segunda etapa, más que en la primera. La incertidumbre en términos de programación y costos que caracteriza los procesos de desarrollo de software, constituye otro de los elementos del “caos organizativo”. Para disminuir esa incertidumbre se recurre a la arquitectura flexible del producto¹¹, aunque se mantengan rígidos los tiempos de desarrollo del mismo.

Los equipos de trabajo constituyen otra de las características que exhibe la organización de la empresa de software. Éstos están conformados por programadores de mayor y menor talento. Y los integran, básicamente, un coordinador, que se ocupa de gestionar y coordinar todo el proceso de trabajo; un trabajador vinculado con la elaboración teórica, que se ocupa de elaborar las ideas y redacta el documento base de referencia; un trabajador que crea los dispositivos especiales, útiles para el desarrollo del producto; y un programador que será quien experimenta y verifica el producto en su forma final. El capital humano e intelectual se transforman, en consecuencia, en el principal componente de la empresa desarrolladora de software.

Un factor esencial en este tipo de organización es, sin duda, la participación del cliente. Él es quien clarifica desde un principio y durante la elaboración del programa, sus expectativas, generándose así una dinámica que le permite ir entendiendo mejor el costo y la funcionalidad del producto.

Pero, además de los clientes, son especialmente fundamentales los agentes de venta. Son ellos los que mejor conocen los pedidos de los clientes. De esta manera, es gracias a la intervención dichos agentes, del cliente y de los programadores, que se logran las

modificaciones necesarias en la fase en que se proyecta el producto, se mantiene un control sobre los costos y se garantizan los tiempos de ejecución -que se instaure como uno de los problemas de los productores de software. Este trabajo conjunto entre diversos actores marca otra de las diferencias entre la programación centralizada de la empresa fordista y el modelo participativo de la empresa red.

Una peculiaridad más a destacar de la empresa desarrolladora de software, es la construcción de prototipos diarios. A diferencia de otros sectores industriales, como el automotor, que para la construcción del prototipo de un auto necesita de 6 a 9 meses, en la industria del software se pueden realizar, prototipos diarios o semanales. Tales programas permiten, por un lado, verificar errores y compatibilidades en las distintas partes del programa y, por otro, la integración de módulos independientes en el mismo prototipo. Del mismo modo, los programas diarios mejoran el rendimiento y calidad del producto final, y procuran un mejor control del proyecto. Este proceso es uno de los elementos determinantes en el éxito de las empresas de software y se logra gracias a la integración de las distintas partes (qué partes?) y a la interdependencia de las mismas.

Los medios digitales posibilitan, asimismo, la configuración de prototipos en poco tiempo. Sin embargo, este aspecto positivo encuentra su contraparte en la carencia de reutilización de los códigos que componen los distintos módulos de los programas. Esta falta de reutilización hace que se repitan diversas veces las mismas partes, trayendo como consecuencia problemas de calidad y niveles de productividad. Es justamente a partir de esta constatación que Brad Cox afirma que la industria del software se encuentra en una fase de la “edad de piedra” y que la reutilización de los códigos darían la posibilidad de un salto cualitativo en la producción. En efecto, la producción de software comienza siempre prácticamente de cero a diferencia de otros sectores que parten de componentes preexistentes.

La producción de las partes y la reutilización de los códigos que van a componer un programa, será el nuevo paradigma de la empresa de software. El que éste aún no se haya desarrollado, se debe a que para lograr códigos convencionales se necesita el triple de

¹¹ Arquitectura flexible del producto, significa que puede incorporarse, con el tiempo, nuevas funciones al programa en elaboración.

capital, orientación de los técnicos en esta dirección y una infraestructura técnica para almacenarlos. Es por eso que muchas empresas premian la reutilización de las partes.

Como anticipamos, los agentes de venta en la empresa de software adquieren tal importancia, que más del 40% del personal de las empresas de suceso se ocupa de esas tareas, relacionadas con mercadotecnia. Esto se debe a que en la medida en que más clientes adquieren y usan el producto, a tantos más les interesa adquirirlo. La multiplicación entre quienes lo emplean, genera costumbre hacia ese producto y, consecutivamente, confianza en las empresas líderes. A través de todos estos procesos es que las firmas llegan a tener niveles de ganancias crecientes, y que, a su vez, la mayoría de las líderes, imponen modelos estándares.

Producir nuevos productos, nuevas aplicaciones, así como adquirir empresas con nuevas ideas, son las formas más utilizadas por las empresas de punta para permanecer en el mercado. No obstante, las firmas más exitosas son las que poseen un mejor manejo de la mercadotecnia y no necesariamente las mejores ideas.

Gran cantidad de empresas importantes, tales como la Sap o la Oracle, dan mucha importancia a sus socios (*partners*,) como una de las principales formas para comercializar el producto. No pocas veces, aquéllos tienen más oportunidad de ganancias que el productor de la casa madre. De ese punto de vista, los socios pueden considerarse, junto con el cliente, los agentes de venta y los trabajadores del conocimiento, los componentes más importantes de la empresa red de software.

Huelga destacar que específicamente en la producción de software intervienen, de igual modo, diversos actores. Para software de alta complejidad, como son los sistemas operativos (Windows, DOS, Unix, etc.), los de gráfica (Adobe, Corel) o los componentes del Microsofts Office, Netscape, etc., intervienen desarrolladores reunidos en grandes grupos de trabajo al interno de las empresas. Otras formas de producción de software han tenido sus orígenes en un núcleo universitario, que posteriormente devinieron desarrollo comercial, o bien, han sido desarrollados por programadores independientes (software libre) -como por ejemplo, el Linux, al que nos referiremos más adelante. Esta tendencia indica que mientras más complejo es el programa, más se necesitan grandes grupos de trabajo. Si se trata de

software pequeños, aparecen desarrolladores individuales; caso típico de software producidos en Internet (Fritz, Alejandro, en Cafassi, p. 191).

Recapitulemos: en primer lugar, la producción de software en Internet y para Internet permite cambios radicales en la estrategia de la empresa. En segundo, los desarrolladores de software crean conocimiento, de manera que el capital intelectual adquiere más importancia que la inversión en capital fijo. Afirmación que se demuestra en la producción de los dos sistemas descritos como alternativos en el proceso de producción, el de software libre y el de software de empresa. Cabe preguntarse ahora, ¿cuál es el rol del capital y de los empresarios en esta situación? Evidentemente los cambios son radicales. El hecho que la producción alternativa de software libre siga creciendo hace que gran parte del modelo de organización y de los criterios de propiedad sean cuestionados. Es en este sentido, que Alejandro Fritz (1998) subraya el rol de comercialización del software, advirtiéndonos, empero, que dicha comercialización, tanto en el plano de las ventas, como en el de alquiler de software, se dará vía Internet y que los sectores más dinámicos del capital se orientarán hacia los servicios (manuales, atención al cliente, formas de usos, etc.).

El modelo cooperativo voluntario del software libre

El software para la PC nació en conflicto con sus creadores iniciales, aquel grupo de hábiles matemáticos e ingenieros, proveniente de la Universidad de Berkley, que había contribuido en la construcción de la computadora personal y en la creación del software. Fue, ciertamente, uno de ellos Bill Gates, quien capitalizó estas innovaciones y usó el *copyright* para privatizar algo que otros concebían como recurso público.

En 1974, Ed Robert, titular de una firma de Albuquerque, Estados Unidos, que producía relojes digitales y calculadoras electrónicas de bolsillo, conocida como MITS, por sus siglas en inglés (*Model Instrumentation Telemetry Systems*), tuvo la idea de montar alrededor de un chip 8080 (que se empleaba para hacer funcionar semáforos y ascensores) fabricado por *Intel* -compañía de Santa Clara, California-, un sistema de conexión, con una memoria y algunas puertas de ingreso y salida de datos, de modo que pudiera funcionar todo como una pequeña computadora. El artefacto, del tamaño de una radio de transistores, fue bautizado como *Altair*, nombre de una estrella. Esta noticia se difundió con gran velocidad en toda la comunidad de Berkley y Palo Alto. Se presentó en la portada de un número de

Popular Electronics, periódico dirigido a los aficionados de la electrónica, cuyo director era en esa época (enero de 1975) Lee Salomón.

Con el *Altair* la computadora se transformaba en un bien de consumo masivo. Efectivamente, al presentar *Altair*, los redactores de la citada revista sentenciaron: “Llegó la era de la computadora para cada casa”.

Bill Gates y Paul Allen se darían cuenta, entonces, del gran defecto del *Altair*: carecía de *software*. La persona que lo adquiriera debía construir su *software*, de no ser así, la máquina resultaba inútil. El *Altair* necesitaba, por lo tanto, un lenguaje para crear los programas.

Gates y Allen se pusieron inmediatamente en contacto con la empresa de Albuquerque que había construido el *Altair* y le propusieron proveerle ese lenguaje. Eligieron el Basic (Beginners All-purpose Symbolic Instruction Code) -originalmente desarrollado en los años sesenta para la mini computadora producida por la Digital-, cuya autoría, pertenecía a dos profesores de la universidad de Dartmouth, quienes nunca habían hecho valer sus derechos de propiedad sobre el programa y consentían a quien quisiera usarlo y modificarlo gratuitamente. Era el lenguaje ideal para programas cortos y era el más fácil de usar. Bastaron seis semanas para que Gates y Allen realizaran una versión del Basic para el *Altair*, la privatizaran y comercializaran, transformando así al software en una actividad privada altamente rentable. Este hecho marca el nacimiento de una de las sociedades que se constituirá en la más famosa y conocida dentro de la industria del *software*: la *Microsoft*, que se encargará a futuro de comercializar dicho programa.

Sin embargo, el movimiento continuó cultivando, pública y polémicamente, la idea de *software* como bien común, de libre y gratuita circulación. Richard Stallman, un legendario programador del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), fundó la organización de la sociedad civil *Free Software Foundations* (1984) y escribió un manifiesto en el que establecía algunos preceptos y enfatizaba que los programadores siempre lo habían compartido todo en las décadas de los cincuenta, sesenta y setenta. Para Stallman¹², el mundo de los ordenadores debía volver a los viejos tiempos en que el código era libre y se podía compartir. El Manifiesto de Stallman era una reacción a la tendencia por parte de las empresas privadas

¹² Stallman tiene en la actualidad su página web: www.stallman.org

de mantener el código secreto, ya que consideraban que sus clientes estaban igualmente contentos sin saberlo. *Microsoft* estaba en pleno desarrollo y comenzaba a tomar el monopolio de parte del mundo del *software*.

La base principal del movimiento de software libre es la de compartir el código fuente del software, y hacerlo girar y distribuir por Internet. El *software* de código abierto flota por Internet controlado por un cierto número de licencias, con nombres como *GNU (General Public License - GPL)*¹³. La licencia *GPL GNU* permite a los usuarios modificar el programa y distribuir sus propias versiones, y, sobre todo, obliga a compartir el código fuente, evitando su control y privatización.

Una de las primeras distribuciones de código fuente de sistema operativo, fue creado también en Berkley, siguiendo una gran tradición de búsqueda y desarrollo de sistemas operativos; se le llamó *BSD (Berkley Software Distribution)*.

Paralelamente, existía ya otro sistema operativo como el de *Microsoft*, que se usaba sólo para grandes computadoras, conocido como *UNIX*, diseñado y construido en los laboratorios *Bell* de la casa telefónica *AT&T*, a lo largo de la década de los setenta. Como la empresa se dedicaba, en sus inicios, a los teléfonos, *UNIX* se concedía gratuitamente a todos, especialmente a los centros de investigación universitarios. Con posterioridad, *AT&T* comenzaría a interesarse en privatizar el código, lo que significó serios conflictos con la universidad de Berkley, principalmente con el grupo del departamento de Informática, con quienes *AT&T* compartía la versión.

De ahí que Stallman denominara a su trabajo *GNU*, ya que, en realidad, se trata de un acrónimo recursivo que significa “*Gnu is Not Unix*”, o *GNU* no es *UNIX*: el proyecto estaba destinado a generar un sistema operativo que hiciese todo lo que hacía *UNIX*, pero que no costase nada.

En junio de 1991, el centro de investigación de *Computer Systems Research Group* de Berkley difundió una versión completamente libre de cargas de *UNIX BSD*, conocida como *Network Release 2*, cuyas versiones podían instalarse a la 386. Las actuales versiones *FreeBSD* y *NetBS*, son el resultado de este mismo proyecto.

¹³ Versión original en inglés, única con valor legal: www.gnu.org/copyleft/gpl.html

Hasta aquel momento, *UNIX* era uno de los mayores sistemas operativos del mundo. Los ordenadores de *IBM*, *Sun*, *Apple* y la mayor parte de los fabricantes de máquinas de gran potencia lo utilizaban. Todos ellos tuvieron la necesidad de unificar el mercado, estandarizando *UNIX*.

En tanto, el finlandés Linus Torvalds logró crear un sistema que funcionaba con un compilador, tomando cosas prestadas del proyecto *GNU*, de manera que en 1991, fabricó el núcleo o *kernel* de *Linux*.¹⁴

Torvalds decidió poner en práctica la idea de recurrir a la inmensa comunidad de apasionados, programadores y *hackers*¹⁵, invitándolos a poner en red sus competencias y deseos de elaborar *software* y compartirlo. El modelo de trabajo cooperativo, voluntario y difuso, fue progresivamente conquistando espacios con mayor popularidad y crédito. Un proyecto de tal magnitud no hubiese podido ser llevado a cabo por una sola persona. Pero en ningún momento Linus Torvalds se atribuyó la paternidad ni poder alguno sobre *Linux*: “el único control efectivo que he mantenido siempre sobre *Linux* es conocerlo mejor que nadie” (*Ídem*: 97). La novedad y originalidad del programa consiste en que Torvalds decidió colocar el código fuente de su proyecto bajo la licencia *GNU (General Public Licence)* de Richard Stallman, conocida como *GPL*. La licencia establecía que todo el código fuente que Torvalds o cualquier otra persona escribiera, debía ser accesible con entera libertad y compartido por todos los usuarios. El código fuente se convirtió así en la clave del *software* libre. Nadie puede tomar el control, ni ponerle impedimentos, vallas o ligaduras.

El movimiento de *software* libre promovido por Richard Stallman, Linus Torvalds y muchos programadores anónimos o menos conocidos, hicieron realidad la idea de un *software* disponible para todo el mundo, sin necesidad de pagar licencia; es decir, de un *software* público.

¹⁴ El núcleo en un ordenador es el responsable de mantener la fluidez de datos entre los discos duros, la memoria, las impresoras, la pantalla de video y todas las partes que se hallan unidas al mismo.

¹⁵ *Hacker*: término de difícil traducción, mitad genio y mitad pirata, entre virtuoso de la computadora y pirata tecnológico. Steven Levy les dedicó su libro *Hackers. Heroes of the Computer Revolutions* (1984), donde explica que el término deriva originalmente de la expresión *hack*, empleada para indicar bromas refinadas que los estudiantes se hacían periódicamente en la época del surgimiento de las computadoras. Posteriormente, se fue extendiendo a toda la comunidad científica que demostraba innovación, virtuosismo y estilo técnico.

Consideraciones finales

A partir de los tres aspectos abordados sobre la empresa de software a nivel internacional, esbozaremos, a continuación, algunas consideraciones: (i) Esta empresa se erige como un eje fundamental en la revolución tecno-electrónica, dentro de la sociedad de la información y del conocimiento. Dicha relevancia emerge no sólo de los datos cuantitativos que dan cuenta del crecimiento del sector, sino además de su incidencia cualitativa en todos los ámbitos de la producción, del consumo, de la sociedad y de la cultura. (ii) Respecto al modelo de organización, la empresa de software define un nuevo paradigma organizativo, donde el conocimiento se transforma en el principal componente de la producción, superando los viejos esquemas de la cadena de montaje ligados a la rutina y repetitividad de la empresa fordista. (iii) La producción de software excede la empresa, ya que, como hemos revisado en este artículo, el modelo cooperativo voluntario expresado en el software libre, se basa en estímulos que no tienen que ver con la ganancia ni la propiedad, sino más bien con mecanismos de cooperación y participación voluntaria. Este hecho junto a la piratería en torno a la producción de software -tema que no analizamos en esta oportunidad-, evidencian lo difícil que es para el sector la privatización del conocimiento codificado. Su producción privada está ligada irremediamente a altos costos y, en cambio, son casi inexistentes los costos de su reproducción.

En cuanto a la situación de México, podemos sostener que el sector se encuentra aún en pañales, pese a la demanda del mercado interno. En buena medida, la oferta local seguirá creciendo en función del aumento de la demanda doméstica –ya sea por parte del gobierno como de las empresas-, pero para convertirse en un sector dinámico y competitivo a nivel internacional se necesitará de grandes incentivos, tanto en el mercado interno como en las exportaciones. La industria mexicana está lejos de parecerse a la de India o Israel. Ni siquiera ha alcanzado, en términos relativos, el desarrollo de Brasil o Uruguay. Sus limitaciones, en este sentido, no se encuentra sólo del lado de la demanda, sino también del de su entorno: baja calificación de los recursos humanos, costos laborales e impositivos altos, carencia en materia de tecnologías, falta de estándares de calidad, etc.

Las políticas públicas, creemos, deben jugar un papel importante para estimular el desarrollo de este sector en México. Posibilidades de acceso a financiamiento por parte de

los productores; mejoramiento de la infraestructura de apoyo y estímulos para la investigación; facilidades en términos de asistencia e información para las firmas que deseen exportar; y revisión de la estructura impositiva, entre otras medidas, podrían ayudar al sector a adquirir un cierto grado de estabilidad y desarrollo.

Asimismo, el desarrollo de los tecno-polos, la instalación de empresas multinacionales líderes y la de las empresas nacionales, podrían convertir a México en un productor y exportador de software reconocido internacionalmente, considerando sus ventajas comparativas descritas en este documento. Para ello se necesita otorgar incentivos fiscales que atraigan a todas estas empresas. Tal dinámica aumentaría la contratación de mano de obra local, activando, a su vez, todo el territorio. En suma, se trata de poner en práctica métodos que motiven el futuro crecimiento de la industria del software, no sólo en término cuantitativos sino también cualitativos.

