

HARDWARE LIBRE Y ABIERTO, MODELOS DE NEGOCIOS PARA AMÉRICA LATINA E EL CARIBE

Alberto José Medrano Villalobos¹
Luz Mairé Chourio Acevedo²

Resumen

En los 60, los primeros desarrolladores informáticos sostenían un modelo cooperativo, similar al de otras ciencias como la física y la matemática, modalidad que empezó a cambiar entre la década del 60 y 70 cuando nacen las primeras compañías de software y empiezan a privatizar el código. En los 80 la mayoría del software era privativo y algunos programadores impulsan la creación del software libre, su filosofía y libertades permitieron potenciar el desarrollo de aplicaciones informáticas. En el siglo XX, la evolución de la computadora permitió desarrollar dispositivos altamente portables: smartphones, tablets, tarjetas de desarrollo, entre otros; que han sido desarrollados haciendo uso de la PC, que en adelante llamaremos hardware. La posibilidad de liberar el código y diseños asociados a estos dispositivos ha generado movimientos se autodenominan hardware libre y/o abierto. Las capacidades de fabricación de componentes siguen en dominio de corporaciones que tienen la capacidad instalada, sin embargo los diseños de circuitos y su programación pueden ser de dominio público. En Venezuela, se ha identificado la importancia del software y hardware en el desarrollo tecnológico, se promueven legislaciones y decretos en la búsqueda de la independencia tecnológica, así mismo, el país cuenta con una economía

Recepción: 9/3/2017 - Aprobado: 13/4/2017

¹ Universidad de Los Andes (ULA) / codeA, C.A., Lab. I+D+i, Venezuela. alberto@codeagroup.com

² Universidad de Los Andes (ULA) / Fundación CENDITEL, Investigación, Venezuela. luz.mairet@gmail.com

altamente rentista petrolera que debe potenciar otros sectores económicos, como la ciencia y la tecnología. El presente trabajo presenta algunos modelos de negocios que pueden servir como oportunidades de negocio aprovechando las capacidades locales, identificando fortalezas y debilidades para la consolidación de una industria nacional de hardware y que pueda ser competitiva en América Latina y el Caribe.

Palabras clave: hardware libre, hardware abierto, industria nacional de hardware.

FREE AND OPEN HARDWARE, BUSINESS MODELS FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

Abstract

In the 1960s, the first computer developers supported a cooperative model, similar to other sciences such as physics and mathematics, which began to change between the 1960s and 1970s when the first software companies were born and began to privatize the code . In the 1980s most of the software was proprietary and some programmers encouraged the creation of free software, their philosophy and freedoms allowed to boost the development of computer applications. In the twentieth century, the evolution of the computer allowed the development of highly portable devices: smartphones, tablets, development cards, among others; Which have been developed using the PC, hereinafter referred to as hardware. The possibility of releasing the code and designs associated with these devices has generated movements are self-described free and / or open hardware. Component manufacturing capabilities remain in the domain of corporations that have installed capacity, however circuit designs and their programming may be in the public domain. In Venezuela, the importance of software and hardware in technological development has been identified. Legislation and decrees are promoted in the quest for technological independence. Likewise, the country has a highly rentier oil economy that must boost other economic sectors, such as Science and technology. This paper presents some business models that can serve as business opportunities, taking advantage of local capacities, identifying strengths and weaknesses for the consolidation of a national hardware industry that can be competitive in Latin America and the Caribbean.

Keywords: Free Hardware, Open Hardware, National Hardware Industry.

Introducción

En la actualidad una gran cantidad de productos y servicios son producidos con el uso de dispositivos electrónicos, componentes de hardware y software que integran productos para propósitos específicos, algunos multipropósitos, como por ejemplo los equipos de última generación (smartphone, tablet y gear), a través de iniciativas económicas principalmente administradas por empresas privadas. La incorporación de empresas de tipo tecnológicas, requiere de la creación de condiciones, por parte del Estado, que les permitan emerger en la dinámica económica para satisfacer las necesidades de productos y servicios.

Históricamente, varios países de América presentan economías rentistas, dada la vastedad de recursos naturales y la explotación de minerales, como lo es el petróleo. En Venezuela, la economía se ha sometido a la agenda de la explotación petrolera, limitando la capacidad de exportación de otros productos, véase que las exportaciones de otros rubros, además del petróleo no superan el 25% del total exportado por Venezuela, y su comportamiento se ha venido ralentizando su crecimiento anual medio: 14,1% en la década de 1970; 13,7% en los años 80; 4,8% en los noventa, y en el lapso 2000-2007, apenas 2,3% (ROSS, 2008, p. 21-28).

En general, aquellas naciones de latinoamérica que sufren de la volatilidad de la renta, fluctuaciones de los precios que modelan actitudes, comportamiento entre otras distorsiones de las naciones con economía rentista (GOEDDER, 2013), tienen la necesidad de diversificar el aparato productivo para huir de los modelos de economía rentista, tomar acciones con la finalidad de diversificar la economía, permitiendo cierta estabilidad económica al momento de que se afecte la ejecución del gasto público. Una alternativa, consiste en avanzar hacia modelos de desarrollo basados en ciencia y tecnología, pero para ello se requiere de voluntad política que permita a profesionales egresados de universidades públicas y privadas, emprender modelos de negocios para la consolidación de productos y servicios que puedan ser ofrecidos a sus ciudadanos e incluso para exportar, gracias a las posibilidades que ofrece el Internet, las redes sociales y los mecanismos de rápido acceso a los sistemas modernos de comunicaciones e interacción.

En adelante, se desean revisar mecanismos y casos de éxito de emprendedores, empresas y comunidades con desarrollos tecnológicos que buscan mejorar la calidad de vida y la enseñanza en distintos niveles. También, se presentan algunos conceptos para establecer un orden de ideas, términos empleados en las empresas de tipo tecnológico como Start Up, incubadoras, aceleradoras de empresas, entre otros, que definen a lo

que en este trabajo se llamarán compañías emergentes, que tienen sus inicios en lugares diversos, estas pueden ser desde el garaje de una casa, oficinas compartidas o local propio o alquilado. Muchos innovadores pretenden el desarrollo de un nuevo dispositivo, tienen un potencial producto a la espera de una buena estrategia que le permita colocarse en un posible mercado (ANDERSON, 2012).

El Internet es una herramienta comunicacional fundamental para los emprendedores, dado que rompe la barrera física y permite hacer negociaciones y acuerdos que no necesariamente se traduce en algo físico que se deba fabricar, ensamblar y exportar, modelos de negocios basados en conocimiento que puede ser transferidos y asistidos vía red.

En adelante, se mencionan los modelos de negocio que se pueden replicar como el caso hardware abierto proyectos como Arduino³ y empresas que pueden ser potenciales aliados tanto de distribuidores de componentes como kits que pueden ser utilizados rápidamente para generar productos, kits que se ofrecen con licenciamientos abiertos que les permiten a los usuarios conocer cómo están desarrollados estos módulos y así sacarle el mejor provecho a la tecnología, iniciativas como Adafruit y Sparkfun.

Evitar el fracaso es obviamente importante, la dinámica de aplicación de un modelo de negocios efectivo radica en tener el mejor producto y buscar la forma de cautivar al cliente con tu invención (KAWASAKI, 2011), sin llegar a manipularlo, solo dando a entender que esto puede ser útil en muchos factores de su cotidianidad. El lanzamiento de un producto debe ocurrir en el momento indicado, aplicando los métodos acertivos, que les permita a los emprendedores que están iniciando, sobrevivir en el cambiante mercado. La dinámica de los países también puede facilitar o dificultar esta tarea, por eso saber dónde invertir es una acción que determina la rentabilidad de la misma y su futura supervivencia. El uso de la tecnología de empuje vía redes sociales como *Twitter*, *Facebook*, *Linkedin*, entre otros, son fundamentales para la nueva generación de empresas orientadas a lo tecnológico.

Método

Para el abordaje de la temática planteada se realiza, en primera instancia, la definición de algunos conceptos básicos en torno al hardware libre y abierto, que han emergido de las iniciativas del software libre, sus libertades y el modo de apropiación de dicha tecnología; en segundo lugar,

³Proyecto Arduino, Tarjetas de desarrollo para uso en electrónica, open-source hardware, más información <http://www.arduino.cc/>

se revisa el caso de las comunidades de hardware libre y abierto a través de los conceptos básicos que refieren a ciertas modalidades de desarrollo de circuitos con filosofía libre y abierta; en un tercer momento, se mencionan algunos casos de modelos de negocios aplicados a empresas de tipo tecnológico que han sobrevivido sus periodos de iniciación y que ahora sirven de ejemplo para conciliar una aproximación a alternativas que pueden tomar nuevas empresas; en una cuarta fase se realiza una revisión del contexto en América Latina; para finalmente plantear una propuesta.

Conceptos básicos

Este apartado contiene algunas definiciones básicas sobre términos gerenciales y técnicos que nos sirven de referencia para este artículo.

Referentes a términos gerenciales

⑩ **Emprendedor:** Del francés *entrepreneur*, es usado para referir a un individuo que organiza y opera una o varias empresas, asumiendo cierto riesgo financiero en el emprendimiento, tales como: la administración de empresas, la contabilidad y temas compatibles.

⑩ **Start up:** Es un término utilizado actualmente en el mundo empresarial el cual busca arrancar, emprender o montar un nuevo negocio y hace referencia a ideas de negocios que están empezando o están en construcción, es decir son empresas emergentes apoyadas en la tecnología.

⑩ **Capital de riesgo o capital emprendedor:** Es una entidad financiera cuyo objeto principal consiste en la toma de participaciones temporales en el capital de empresas no cotizadas, generalmente no financieras y de naturaleza no inmobiliaria.

⑩ **Spin-off:** Entre tantas definiciones aplicables a *Spin-off*, para éste artículo nos referimos a una empresa nueva formada por miembros de un centro de investigación, como puede ser una universidad. La finalidad es la transferencia de conocimiento con un ámbito de aplicación ideal para el sector I+D, por lo que gracias a esto ofrece a los investigadores la posibilidad de llevar a la práctica empresarial sus proyectos.

Referentes a términos técnicos

⑩ **Código Fuente para Hardware:** Se entiende por código fuente de un dispositivo de hardware a la especificación completa y precisa de los diferentes niveles de diseño involucrados en el mismo. De esta forma, el código fuente para hardware incluiría los diagramas esquemáticos, planos, memorias descriptivas, diseño de tarjetas electrónicas, especificación de parámetros y lineamientos para procesos de fabricación, listados detallados

de componentes, diagramas de despiece, código fuente del software de los componentes programables y reconfigurables, y demás archivos que sean necesarios para fabricar un dispositivo (MEDRANO, 2015).

⑩ Especificación de procesos de fabricación: La especificación de procesos de fabricación contiene todas las indicaciones necesarias para materializar un diseño dado. Los procesos referidos, al igual que los diseños, tienen distintos niveles; desde los componentes electrónicos y los materiales que los conforman, hasta el ensamblaje de los equipos finales, pasando por la fabricación y ensamblaje de las tarjetas electrónicas (MEDRANO, 2015).

⑩ Diseño Conceptual: El diseño conceptual se refiere a las bases teóricas y principios de funcionamiento en los que se basan los distintos niveles de diseño involucrados en un proyecto específico. Estos aspectos conceptuales, especialmente en los niveles de diseño relacionados con los componentes y materiales, pueden llegar a ser bastante extensos y complejos. De ahí la importancia que tiene el asegurar el carácter libre de los mismos (MEDRANO, 2015).

⑩ Hardware Libre: Se puede definir como una materialización particular del conocimiento libre en el área de hardware. En otras palabras, se podrá considerar que un hardware es libre, cuando el conocimiento asociado al mismo es de acceso público, es decir, que el autor o los autores están de acuerdo en facilitar el acceso al conocimiento generado en torno al desarrollo a través de distintos medios (impresos, digitales, entre otros) (MEDRANO, 2015).

⑩ Hardware Abierto: Los principios que definen el carácter abierto de un hardware fueron establecidos por la organización OSHWA (Open Source Hardware Association)⁴ con la finalidad de definir un marco básico de trabajo, de manera resumida los siguientes:

↳ Documentación: El hardware debe ser puesto en libertad con su documentación completa y debe permitir la modificación.

↳ Alcance: La documentación debe especificar claramente qué parte del diseño se publica bajo la licencia.

↳ Software necesario: Si el diseño requiere de licencia de software, este debe cumplir unos parámetros de documentación suficiente y ser publicada bajo una licencia de código abierto aprobada por OSI⁵.

↳ Obras derivadas: La licencia debe permitir modificaciones y trabajos derivados así como la fabricación, venta, distribución y uso de productos creados a partir de los archivos de diseño.

⁴OSHOWA (Open Source Hardware Association), más información visite <http://www.oshwa.org>

⁵OSI (Open Source Initiative), más información visite <http://opensource.org/licenses>

- ↘ Redistribución libre: La licencia no debe restringir a un tercero el vender o entregar la documentación del proyecto. No puede ejercerse ningún derecho sobre obras derivadas tampoco.
- ↘ Atribución: La licencia puede requerir documentos derivados y avisos de copyright asociados a los dispositivos. Asimismo debe hacer mención al diseñador.
- ↘ No discriminatoria: La licencia no debe discriminar a ningún grupo o persona.
- ↘ No discriminación en función de la finalidad perseguida: La licencia no debe restringir a ningún campo o actividad el uso de la obra.
- ↘ Distribución de la licencia: La licencia se da por distribuida sin necesidad de ir solicitando permisos adicionales.
- ↘ La licencia no debe ser específica de un producto: Los derechos de productos derivados hacen extensiva esta licencia.
- ↘ La licencia no debe restringir otro hardware o software: No se ponen objeciones a la naturaleza de lo que pueda implementarse a esta tecnología de forma externa o añadida.
- ↘ La licencia debe ser tecnológicamente neutral: Ninguna disposición de la misma debe basarse en una tecnología específica, parte o componente, material o interfaz para su uso.

Con estas definiciones se intentan contextualizar los principios que definen el hardware libre y abierto, y que permitirán plantear elementos técnicos en nuestra propuesta.

Comunidades de hardware libre y abierto

A continuación se presentan ejemplos de comunidades de hardware libre y abierto a nivel mundial, priorizando las de América Latina y El Caribe que nos permitirán tener una visión general de estas experiencias.

*OpenHardware.SV*⁶

El Primer Encuentro Open Hardware en El Salvador se celebró en septiembre de 2013 y sirvió para presentar la comunidad al mundo. En esa oportunidad se abordaron preguntas como: ¿Quiénes integran la comunidad OpenHardware.SV?, ¿Qué es el diseño abierto/Hardware Libre? y ¿Qué herramientas están disponibles para los miembros de la comunidad?. Ésta comunidad tiene por objetivo facilitar la comunicación y el intercambio de conocimientos entre profesionales, aficionados y empresas que desarrollan u

⁶Comunicidad del Hardware Abierto en El Salvador, , más información visite <http://www.openhardware.sv/>

ofrecen productos y servicios, orientados a la filosofía del Hardware Abierto, que se ven como un espacio de intercambio donde se fomenta la creatividad y se apoyan los proyectos basados en la filosofía del Hardware Abierto, más que como una organización formal (MEDRANO, 2015). Lito Ibarra (Ver Figura 1, a la derecha) es uno de los principales promotores de la comunidad informática en El Salvador.

Figura 1: Primer Encuentro de la Comunidad OpenHardware El Salvador



Fuente: OpenHardware.sv <http://www.openhardware.sv/presentacion-de-la-comunidad-open-hardware-el-salvador/>

Comunidad Pingüino-VE

Es un proyecto creado con hardware libre, basado en una placa con entradas y salidas analógicas y digitales, que pueden ser conectadas a una PC, es decir, es un microcontrolador programable dispuesto en una tarjeta de aplicación, comprende un esfuerzo local promovido desde Venezuela y soportado por una creciente comunidad. Uno de sus principales promotores Joan Espinoza, expone que uno de los objetivos primordiales de Pingüino-VE es el incentivar en la sociedad el uso de las tecnologías de hardware y software libres (MEDRANO, 2015).

La Figura 2, muestra el logo oficial de la comunidad, una tarjeta de desarrollo basada en un microcontrolador PIC y a Joan Espinoza uno de los principales impulsores de este proyecto.

Figura 2: Comunidad Pingüino-VE en Venezuela

Fuente: Eventos varios de la comunidad Pinguino-VE, ver <https://twitter.com/pinguinove>

Comunidad Arduino

Oficial de la página en inglés Arduino Playground⁷, es un espacio virtual donde se publican librerías, foros de discusión y toda información referente al uso de las tarjetas Arduino, así como una buena cantidad de sensores y actuadores, proyectos completos y funcionales, de modo que toda esa información está disponible como recurso para el desarrollo rápido de aplicaciones. Los desarrolladores de Arduino: Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino y David Mellis, desde la aparición del proyecto en 2005, han organizado eventos en campus universitarios, escuelas y otras organizaciones, para estimular la comunidad en torno al proyecto y el uso de dispositivos Arduino. En marzo de 2015 se celebró el *Arduino Day* (ver Figura 3), un evento que involucró un buen número de personas a nivel mundial, realizando actividades vinculadas al uso y apropiación de la tecnología Arduino.

Arduino ha tenido gran impacto por su forma colaborativa de “hacer las cosas”, la liberación de códigos de ejemplo para su fácil implementación hace que sea posible desarrollar aplicaciones en corto tiempo y de más fácil entendimiento, encuentros de éste tipo son estrategias que algunas iniciativas como Arduino, Pinguino-VE entre otras han optado para llegar a aquellos que les gusta hacer “cosas”, esta comunidad fanática del *DIY (Do It Yourself)*, por eso a continuación dedicamos una sección a algunas

⁷Arduino Playground o portal comunitario del Proyecto Arduino, más información <http://playground.arduino.cc/>

herramientas de software útiles en el desarrollo de éstas tarjetas de desarrollo así como algunos modelos y tendencias de productos a disposición para esta comunidad *DIY*.

Herramientas de software para el desarrollo de hardware

El diseño y desarrollo del hardware requieren del uso de herramientas informáticas principalmente en el área de diseño electrónico y programación, éste apartado trata adelantar una breve reseña de algunas que tienen potencial de ser utilizadas en el desarrollo de un dispositivo de hardware libre y abierto.

Herramientas de diseño electrónico

Existe una gran variedad de herramientas de software libre y otros de tipo *freeware* que están siendo usadas en proyectos de hardware libre y open-source hardware. Uno de los más populares y de los más recientes es *KiCad EDA Software Suite*⁸ y *gEDA*⁹, ambas permiten modelado y simulación limitada de circuitos. Otra alternativa muy popular es *CadSoft EAGLE PCB Design Software*¹⁰ o mejor conocido como *EAGLE*, que no es software libre, *si no* es una aplicación tipo *freeware* que se ofrece gratis para su descarga pero con limitaciones¹¹. Sin embargo *EAGLE* ha sido una aplicación clave para iniciativas como *Arduino*, *Adafruit* y *Sparkfun* que son proyectos que mencionaremos más adelante.

A continuación una vista previa de las alternativas de software más populares en proyectos de hardware libre y abierto. *KiCad EDA Software Suite*, posee un gestor de proyectos *kicad* y sub-aplicaciones para las distintas labores en el diseño PCB, para el diseño esquemático tenemos *eeschema*, para diseño impreso *pcbnew*, *cvpcb* permite la asignación de huellas a los componentes esquemáticos entre otras sub-aplicaciones, permite la visualización 3D del diseño PCB de forma nativa. En la Figura 3 se pueden observar imágenes representativas de la aplicación *KiCad*.

⁸KiCad EDA Software Suite, más información <http://www.kicad-pcb.org/>

⁹gEDA Project, más información <http://www.geda-project.org/>

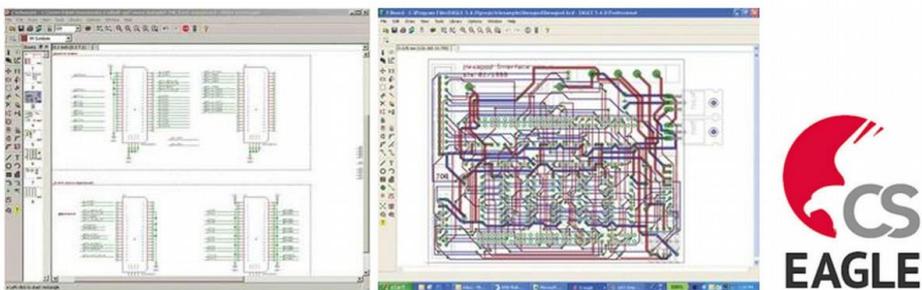
¹⁰CadSoft EAGLE PCB Design Software, mas información <http://www.cadsoft.de/>

¹¹Ver limitaciones de la version EAGLE Freeware en <http://www.cadsoftusa.com/index.php?id=95>

Figura 3: Imágenes representativas, KiCad EDA Software Suite

Fuente: Medrano (2015)

gEDA Project, es un conjunto de aplicaciones, *gschem* es para el diseño esquemático, *pcb* para el diseño impreso entre otras, su forma de uso en comparación a *KiCad* tiende a ser un poco más complicada sin embargo no descarta se puedan desarrollar circuito electrónicos de calidad. *EAGLE*, es una de las más intuitivas herramientas de diseño PCB, sus más de 20 años de experiencia en diseño PCB le permiten tener una herramienta que ha sido más aceptada por la comunidad *Open-source hardware*, a pesar de que no es software libre. Ver en la figura 4 imágenes representativas de la aplicación *EAGLE*.

Figura 4: Imágenes representativas, CadSoft EAGLE PCB Design SoftwareFuente: Web Principal CadSoft EAGLE PCB, ver <http://www.cadsoft.de/>

Complemento a estas herramientas es el previsualizador de ficheros Gerber, la alternativa libre se llama *gerbv*, muy importante al momento de ver los diseños antes de ir a un proceso de fabricación PCB con las empresas que ofrecen éste tipo de servicio.

Herramientas de programación de dispositivos programables

Siendo el proyecto Arduino uno de los más populares dispositivos para el desarrollo de aplicaciones *open-source hardware*, su interfaz

Arduino IDE es una de las más usadas, sin embargo algunos fabricantes de microcontroladores (que son los dispositivos programables en cuestión) ofrecen las herramientas de forma *freeware* como *AVR Studio* (que es a su vez la opción del fabricante del componente microcontrolador).

La figura 5 muestra la interfaz *Arduino IDE* (izquierda), y en el centro y derecha una de las versiones más populares de *Arduino Modelo UNO*.

Figura 5: Interfaz de programación Arduino (izquierda) y tarjeta de aplicación Arduino UNO



Fuente: Web Principal Proyecto Arduino, ver <http://www.arduino.cc/>

Otra serie de microcontroladores de alta popularidad en América Latina y El Caribe es el fabricado por *Microchip Inc*¹², componentes conocidos como PIC¹³, disponibles en una amplia variedad de arquitecturas y ajustados a las necesidades de diseños particulares, la herramienta de programación empleada es *MPLAB IDE X*. La versión más reciente de la casa fabricante permite trabajar con los sistemas operativos más populares.

La Figura 6 muestra la interfaz de programación y un proyecto *Open-source hardware* basado en un microcontrolador PIC16F4550, un reloj de ajedrez digital programable *ohl-rap*¹⁴, la programación consiste en conectar un dispositivo programador/depurador intermedio entre la PC y la tarjeta de aplicación vía puerto *ICSP*¹⁵.

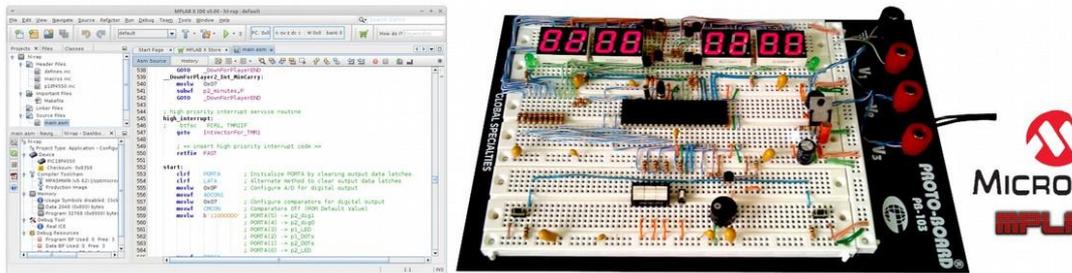
¹²Microchip, Inc., empresa fabricante de circuitos integrados varios, más información <http://www.microchip.com/>

¹³PIC, Circuito Integrado Programable del inglés Programmable Integrated Circuit

¹⁴Proyecto ohl-rap, Reloj de Ajedrez Programable, mas información <https://bitbucket.org/ajmv/ohl-rap>

¹⁵ICSP, del inglés In-Circuit Serial Programming, es un puerto para la programación de dispositivos microcontroladores.

Figura 6: Interfaz de Programación MPLAB X IDE (izq.) y tarjeta de aplicación ohl-rap



Fuente: Medrano (2015)

Herramientas de programación de dispositivos reconfigurables

Los dispositivos reconfigurables son IC¹⁶ complejos también conocidos como FPGA¹⁷, son ICs digitales que contienen bloques lógicos configurables, y que la disposición de cómo éstos estén conectados pueden programar el dispositivo para hacer una gran variedad de tareas (MAXFIELD, 2004).

Existen varias comunidades que dan apoyo a ésta tecnología, una de las más influyentes es *OpenCores*¹⁸, en ésta se publican diversos lenguajes de descripción de hardware que pueden ser portados varios fabricantes de FPGA, en los más relevantes tenemos *Xilinx* y *Altera* entre otros.

Incorporación de los Sistemas Embebidos

En esta sección se mencionan algunos de los periféricos embebidos más populares, entendiéndose sistema embebido como una computadora portable, versiones comerciales y propuestas de lanzamiento, para ello, solo especificamos algunas características principales.

Los primeros diseños *Raspberry Pi* estaban basados en microcontroladores, similar al de las tarjetas Arduino, los modelos más recientes están basados en microprocesadores y son ordenadores potentes y compactos que han sido promovidos por la *Fundación Raspberry* en Reino Unido. Su popularidad, bajo costo y modelo colaborativo de desarrollo de aplicaciones que pueden ser portadas en estos dispositivos, le ha permitido

¹⁶IC, Circuitos Integrados del inglés Integrated Circuit

¹⁷FPGA del inglés Field Programmable Gate Array, es un dispositivo semiconductor que contiene bloques de lógica cuya interconexión y funcionalidad puede ser configurada 'in situ' mediante un lenguaje de descripción especializado.

¹⁸OpenCores.org, más información <http://opencores.org/>

posicionarse y ser una de las opciones favoritas entre desarrolladores a la hora de escoger un sistema embebido.

Otra tarjeta que adquiere popularidad es la ofrecida por *Intel*, es uno de los sistemas embebidos más compactos en el mercado. Esta tarjeta puede programarse desde *Arduino IDE* con la instalación de unos complementos y con herramientas propias de *Intel SDK*.

Samsung, hace lo propio como las tarjetas *ARTIK* donde ofrecen una buena variedad de opciones y promete desarrollar nuevos modelos que serán cada día más accesibles en precio. Cabe destacar que estas tarjetas son compatibles con la interfaz de programación Arduino lo que lo hace más accesibles para aquellas personas que ya utilizan esta plataforma.

Futuro de los Sistemas Embebidos y el Internet de la Cosas (IoT)

Esta iniciativa plantea que muchos dispositivos están interconectados a la *Internet* (VERMESAN, 2013), desde interruptores eléctricos y artefactos de casa, esa tendencia hace que el uso de alternativas embebidas con capacidad de conexión sean cada vez más populares para el desarrollo de productos que luego podrán ser administrados desde dispositivos variados, *tablets*, *smartphones* entre otros. Tarjetas como la *Samsung Artik* están orientadas a éste tipo de ambientes y dado que hay una comunidad en torno a su desarrollo, mucha información estará disponible para su uso. Sin embargo, esta incorporación también genera grandes inquietudes sobre la seguridad y sobre cómo será el uso de los dispositivos en un futuro¹⁹.

Algunos modelos de negocios

En esta sección se presentan algunos modelos de negocios desde la perspectiva del acceso libre al conocimiento, la publicación de planos esquemáticos e impresos bajo la modalidad *open-source hardware* manteniendo la posibilidad a los usuarios y desarrolladores de adquirir las tarjetas o bien descargar la fuentes y fabricarlas, también es común ver en éste tipo de iniciativas el uso de la Internet, las redes sociales para darse a conocer. La participación de la comunidad de usuarios y desarrolladores también es importante, la generación de foros de discusiones de forma libre sobre temas en particular o sobre los productos que se ofrecen desde estas empresas.

Adafruit Industries

Adafruit Industries es una empresa *open-source hardware* fundada por Limor Fried en 2005. La compañía diseña y manufactura un número de

¹⁹Samsung On IoT Security: Good Solutions Do Not Exist Yet, <http://www.crn.com/news/networking/video/300076100/samsung-on-iot-security-good-solutions-do-not-exist-yet.htm>

productos electrónicos, vende una variedad de componentes electrónicos, herramientas, y accesorios vía tienda online, también produce una buena cantidad de tutoriales para la enseñanza de la electrónica y uso de sus productos, videos introductorios tanto para niños como para profesionales todo vía Internet. Todos los productos AdaFruit son fabricados en Manhattan, Ciudad de New York. En 2013, la compañía reportó ganancias en el orden de los \$15 millones de dólares, ha realizado más de un millón de envíos a nivel mundial, nada mal para una iniciativa que inicia en el dormitorio de Limor Fried en el MIT (BIGGS, 2013).

Sparkfun

Es una tienda electrónica fundada en 2003 con sede en la Ciudad de Boulder, Colorado USA, que ahora cuenta con más de 3500 partes distribuidos entre componentes a detal y kits electrónicos, los planos de los kits electrónicos están disponibles así que es una empresa apoyada en la tecnología *open-source hardware*. Desde este portal se ofrecen foros, videos tutoriales, planos, programas, enlaces de interés entre otros. Nathan Seidle es el Fundador y CEO de *Sparkfun Electronics*, atienden a ser unos de los pioneros en el mundo de la electrónica *DIY (Do it yourself - Hágalo usted mismo)*²⁰.

Otros distribuidores de partes al detal

No siempre se desarrollan productos completos usando módulos prefabricados, componentes electrónicos al detal son requeridos y unos los principales proveedores de componentes en línea son *Digi-Key Electronics Inc*²¹, *Mouser Electronics*²², *NTE Electronics Inc*²³, entre otras, muchas con sede en los Estados Unidos pero con representantes de ventas en varios países de latinoamérica, la ventaja de estos sistemas es que ofrecen inventario de partes en línea. Además de los proveedores de componentes en tiendas físicas locales el inventario suele ser más bajo y limitado.

Contar con una tarjeta de débito/crédito entre otros mecanismos de pago en línea, prácticamente tienes acceso a productos y servicios de empresas proveedoras de partes y suministros que te permiten desarrollar tu producto (ANDERSON, 2012). Así que la limitante principal es obviamente hacer el pago correspondiente a tus proveedores de insumos.

Perspectivas de propuestas de negocios en América Latina y El Caribe

²⁰SparkFun Electronics, About Us, ver más en <https://www.sparkfun.com/static/about>

²¹Digi-Key Electronics, más información <http://www.digikey.com/>

²²Mouser Electronics, más información <http://www.mouser.com/>

²³NTE Electronics Inc, más información <http://www.nteinc.com/>

En este apartado se van a referir dos posibles escenarios, considerando la fecha de este estudio, uno como el “mejor escenario” y el otro como el “peor escenario”. La selección de estas dos nociones va en función de las expectativas, capacidad de inversión, seguridad jurídica y posibilidad de diversidad de la actividad económica (pública y privada). Dados estos escenarios se realiza un planteamiento de cómo aplicar una propuesta de negocios a empresas orientadas a la producción de dispositivos tecnológicos en países como Chile (como el escenario más favorable) y Venezuela (como el escenario menos favorable).

Sin embargo en muchos países como es el caso de Venezuela existen empresas de servicio que le permiten a una empresas incipientes sean *start-up* o *spin-off* salir adelante y no morir en el intento, por ejemplo la Corporación Parque Tecnológico de Mérida (CPTM)²⁴ es una organización que ofrece servicios de consultoría a empresas nuevas o en proceso de constitución, intentando identificar diversos aspectos que van desde la consolidación de un modelo de negocios efectivo/rentable, brindar espacio físico, cursos de formación, entre otros. La perspectiva de la CPTM está muy enfocada a lo regional (delimitado al espacio físico geográfico del Estado Mérida, provincia de Venezuela), si se refiere a la consolidación de una empresa nueva ésta debe formalizar una serie de pasos que están disponibles desde su página web que inician con una postulación, presentando de forma escrita una serie de preguntas y respuestas que servirán para auto-identificar la propuesta productiva que luego será considerada para optar al programa que denominan “incubadora de empresa”, término que refiere literalmente a que esas empresas nuevas tengan una condiciones que le permitan crecer en este ambiente hostil que llamamos comercio. CPTM tiene varias unidades de atención como el Centro de Tecnologías (CET), Centro de Teleinformación (CTI), Centro de Innovación y Modernización Empresarial (CIME) y el Centro de Documentación Tecnológica (CDT), servicios que son ofrecidos dependiendo de la dinámica productiva y el nivel de asesoría que requiera el participante o en éste caso la “empresa incubada”.

La incorporación de las tecnologías de redes sociales como *Twitter*, *LinkedIn*, *Facebook*, *YouTube*, entre otras, son importantes para dar a conocer los productos y servicios con éxito (KAWASAKI, 2011), aspecto importante y casi indispensable para la nueva generación de empresas de tipo tecnológico, sobre todo las influenciadas por las filosofías open-source hardware y las tecnologías libres. El uso de tecnologías existentes (tarjetas

²⁴Corporación Parque Tecnológico de Mérida (CPTM), más información <http://www.cptm.ula.ve/>

de desarrollos y sistemas embebidos) permite acelerar la velocidad de los desarrollos permitiendo que, con ciertas variaciones y aplicaciones precisas, la elaboración de un producto que puede ser ofrecido, no siempre deba empezar desde cero, ésta es la mejor alternativa considerando el volumen de información que se encuentra disponible en la Internet. La velocidad de los desarrollos es crucial, porque la tecnología tiende a discontinuarse con la incorporación de nuevos dispositivos más rápidos y eficientes, es por ello, que un proyecto de inicialización con FPGA no es muy común, por la facilidad de uso e implementación se prefiere el uso de hardware programable y sistemas embebidos.

Propuesta tentativa de iniciación en Chile

Con una población de 18.063.407 habitantes²⁵, una extensión territorial de 756.102,4km², un PIB de 164.991,4M\$, un índice de rento-dependencia de 9.29%²⁶ (PRIETO, 2013), principalmente por la actividad minera de extracción de cobre y un posición estratégica geopolítica no muy favorable (bloque inferior de América del Sur), la economía chilena es internacionalmente conocida como una de las más sólidas del continente. Pese a diversos periodos de crisis que ha enfrentado a lo largo de su historia, en los últimos años ha tenido un importante y sostenido crecimiento económico.

La posibilidad de establecer negocios en Chile también implica mayor competencia, así que, establecer criterios en el desarrollo de productos cuyos estándares de calidad sean altos y precios competitivos, es importante. La ubicación geográfica no resulta tan limitativa, existen alternativas de empresas de envío y correspondencia que pueden colocar productos físicos en cualquier parte del mundo.

Propuesta tentativa de iniciación en Venezuela

Con una población de 33.221.865 habitantes²⁷, una extensión territorial de 916.445km², un PIB de 191.916,3M\$, un índice de rento-dependencia de 20.96%²⁸ (PRIETO, 2013), principalmente por la actividad de extracción de petróleo y un posición estratégica geopolítica muy favorable

²⁵Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile en 2014.

²⁶Índice calculado respecto al PIB y cuando de éste se deriva de la exportación principalmente del cobre.

²⁷Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Venezuela en 2012.

²⁸Índice calculado respecto al PIB y cuando de éste se deriva de la exportación principalmente del petróleo.

(al norte de América del Sur). Venezuela posee una economía de mercado cuya base principal es la extracción y refinamiento de petróleo para la exportación y consumo interno. Es la quinta economía de América Latina, después de Brasil, México, Argentina y Colombia según su PIB (nominal) y la quinta también, por su PIB (PPA).

El estímulo de la producción nacional a través de métodos fiscales que hagan competitivos los precios. A modo que finalmente los productos importados puedan tener una tasa de precio equivalente o superior a los generados en Venezuela, dando la posibilidad a la producción nacional y a los consumidores escoger entre alternativas locales y foráneas.

Últimamente el decaimiento de la producción nacional ha sido paulatina desde la implementación de un régimen cambiario desde el 2003 hasta la actualidad, lo dificulta el acceso a los mercados internacionales dado que en Venezuela como en muchos países de latinoamérica no fabrica componentes electrónicos, así que toda la materia prima en caso de las tecnologías de hardware son foráneas, sin embargo, lo puede esto limita las capacidades de hacer diseños electrónicos y darle aplicación a una gran variedad de productos que pueden ser ofrecidos, solo que el momento actual no se presta para la consolidación efectiva de iniciativas nuevas. Para el caso de Venezuela las estrategias apuntan a que se deba permitir la consolidación de nuevas economías que permitan diversificar el aparato productivo, disminuir la fuerte renta petrolera de la cual este país depende para mejorar su ingreso fiscal que le permita poder cubrir con todo el gasto público.

Resultados

El hardware o los dispositivos físicos tienen una dinámica de desarrollo distinta y en algunos casos más compleja que la de software, entiéndase que para el desarrollo de software hace falta una computadora y preferiblemente casi indispensable una conexión a Internet. El caso del hardware es distinto, además de la computadora se requiere de una serie de equipos de medición, instrumentación y demás ajustado al dispositivo que se va a desarrollar, por ejemplo, si el desarrollo emprende hacer un sistema de telecomunicaciones inalámbrico entre dos dispositivos, se requerirá de equipos como osciloscopios, analizadores de espectro, equipos de soldadura especializados y demás, es decir, más que una simple PC.

Hablar sobre lo que se ha hecho, tarjetas de desarrollo, embebidas y aplicaciones, inspiradas bajo la filosofía del software libre, heredan parte de esas libertades para llevarlas al mundo del hardware, pero no puede ser una migración “*per se*”, ya que las libertades del software libre no siempre se

asocian por completo al hardware. Iniciativas como Raspberry se apoyan en sistemas operativos *GNU/Linux*, mantienen su sistema operativo libre pero el diseño de la tarjeta se hace con herramientas privativas y no es libre. Arduino mantiene todos sus planos libres pero usa una herramienta *Freeware* para el diseño del PCB, incluso proyectos que se hacen llamar Hardware Libre solo liberan los planos y su programa en caso que tengan pero siguen usando componentes cuyos procesos de fabricación son mantenidos y velados por empresas que tienen la capacidad instalada para fabricarlos.

Las tarjetas de desarrollo que se han nombrado aquí no son soluciones finales propias, pueden verse como componentes de un sistema que puede ser desarrollado por un tercero, ahí es donde entran estas iniciativas de modelos de negocios que pueden convertir o utilizar parte de esos recursos que están “libres” para crear productos propios, sea un robot, un sistema de control, una estación meteorológica, etc. La capacidad de crear modelos de negocios es identificar una necesidad en la región, ver si es factible una solución tecnológica que atienda a la solución de éste problema y usar mucho del conocimiento que está publicado, valerse de recursos tecnológicos y adecuarlos para proponer una solución.

Cabe destacar que las economías con un índice de rento-dependientes más elevados en América Latina y El Caribe, según la Revista Perspectiva, para el año 2013 tenemos en primer lugar a Venezuela con un 20,96% con su principal actividad la explotación del petróleo, seguido por Bolivia con un 11,10% con la explotación de gas y Ecuador con un 8,33% con la explotación de petróleo, la base de estos resultados se basa en el estudio en tres momentos: 2002, 2007 y 2012 para así apreciar la tendencia más reciente. Es claro entonces que países como Venezuela deban tomar medidas y fomentar las condiciones sociales, económicas y jurídicas para que nuevos modelos de negocios emerjan y la capacidad de exportación se diversifique creando oportunidades de negocios, empleos, mejorar el ingreso fiscal del estado para la recuperación y generación de obras, y por supuesto atenuar el índice de rento-dependencia a modo de tener una economía más sólida y minimizar el efecto económico ante una caída de los precios/cotizaciones de los recursos naturales.

Entre tantos factores que sirven para diversificar la economía: agrícola, manufactura, textil, turismo entre otras que tiene potencial Venezuela, el sector tecnológico puede también hacer parte siempre y cuando se puedan crear una condiciones favorables para la adquisición de partes y piezas que nos permitan tener una capacidad de ensamblaje y posterior exportación de bienes y servicios, también sobre el actualizar los modelos educativos para que la enseñanza de las tecnologías de información

sean incorporados a niveles más básicos, pero con más complejidad más allá de ser usuarios de la tecnología ahora participemos en su desarrollo.

En Venezuela varios intentos se han iniciado en el sector ciencia y tecnología, uno de ellos: el Taller de Elaboración de Políticas para la Administración y Uso del Hardware en la Administración Pública, en el 2004 concentró a varios miembros del sector público y privado, que parte de identificar varios centros de investigación y desarrollo que se han promovido por el sector público, instituciones como la Fundación Centro Nacional de Innovación Tecnológica (CENIT), Venezolana de Industria Tecnológica (VIT)²⁹, Venezolana Industrial (Veninsa) entre otros por el sector público, y empresas del sector privado como *Siragon*³⁰, *Intel*, *EMC2*, *HP*, *Electroshop*, *AMD-México*, *OpenCrom*, *IBM* y *SAS*. “El propósito fundamental de ese taller era el “fortalecimiento de la infraestructura tecnológica en el área de manufactura, producción y comercialización de hardware, también fomentar el conocimiento y la capacidad de invención, comercialización de productos en el mercado interno y externo aprovechando nuestro potencial y ubicación geopolítica en el mundo.” (CÓRDOVA, 2004)

Lastimosamente, las políticas públicas no han tenido el efecto esperado y Venezuela aún sigue siendo una nación con economía altamente rentista, las políticas cambiarias implementadas desde 2003 han dificultado la consolidación de empresas de tipo tecnológico, la adquisición de la materia prima indispensable para el ensamblaje de dispositivos electrónicos minimiza la acción de empresas de tipo tecnológico que puedan encargarse de elaborar dispositivos electrónicos con atención a solución de problemas. Esta situación hace que exista una permanente necesidad de tecnología que no ha podido suplir del todo, a la espera que se adecuen las normativas o se implementen normas de que empresas puedan importar materia prima (componentes, tarjetas de desarrollo y demás) para la elaboración de productos.

Los servicios de consultoría como los ofrecidos por la Corporación Parque Tecnológico de Mérida (CPTM) son estrategias válidas que le permitirán a las empresas tener mejor inicio y establecer metas claras que le permitan permanecer en el tiempo y ser rentables, aunque sin ser garantías, los servicios de consultoría pueden reducir los riesgos de cierre prematuro de una empresa en un 20% al 80% lo cual es bastante bueno ya que toda idea productiva también tiene un momento y espacio, los servicio

²⁹Venezolana de Industria Tecnológica, C.A., empresa Venezolana, más información <http://www.vit.gob.ve/>

³⁰Siragon, empresa venezolana, más información <http://www.siragon.com/>

de consultoría entre tanto identificar fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades que pueda tener cualquier emprendimiento.

Conclusión

La realidad es que América del Sur y El Caribe hay suficiencia de minerales y capital intelectual para abordar nueva economía y el desarrollo de nuevos productos que pueden ser ofrecidos a nivel mundial, no solo ver nuestros países de las Américas como fuente abundante de recursos naturales los cuales pueden ser explotados, enviar a otras naciones nuestro material base y esperar para importarlos nuevamente como productos terminados listos para ser usados, consumismo en su más pura expresión. Ésta realidad de dependencia nos aleja de todo el proceso productivo y nos hace a merced de los dispositivos que se quieran imponer desde instancias ajenas a la realidad local.

La dinámica de implementar empresas de tipo tecnológico se debe tratar de forma particular en cada nación, siempre más accesibles aquellas naciones que estén prestas a establecer negocios con mercados internacionales no basados en economías rentistas y no limitadas por sistemas de control cambiario restrictivos y/o demorados. Venezuela es un caso particular, siendo ésta de economía rentista y un control de cambio tan restrictivo no es viable la adquisición de suministros que permitan o faciliten la tarea de adquisición de componentes que luego de ensamblarse puedan transformarse en productos que puedan ser comercializados, efecto que ha sido cuantificado en la cantidad de exportaciones que hace el país, en gran medida influenciado por la dinámica del petróleo (su cotización en mercados internacionales), hace que Venezuela no sea buen candidato para la iniciación de empresas *Start Up* o que empresas de capital de riesgo quieran invertir, solo el estado es capaz de invertir en moneda local pero las complicaciones cambiarias hace que no se puedan adquirir componentes y en caso de lograrlo los precios pasarían a ser demasiado elevados y pocos rentables.

Sin embargo no dejan de ser potenciales para la implementación de empresas nuevas, si algo es seguro en las crisis económicas, es que éstas no duran para siempre, y el caso de Venezuela que es un país con una enorme crisis económica, la tasa inflacionaria más grande a nivel mundial, altamente rentista, en algún momento la dinámica económica se abrirá paso y ese mercado que está necesitando productos y servicios estará a disposición y será el mejor momento para la implementación de empresas que surtan ese mercado tan necesitado.

El juego de implementación de empresas y modelos de negocios se basan en la resistencia que tengan estos emprendedores para asumir retos, ser capaces de entender las señas que dicta el mercado y atender a soluciones necesarias que los potenciales clientes quieran asumir. La globalización, el Internet pasa a ser una herramienta indispensable, se puede llegar a potenciales clientes de forma inmediata, en diversas formas de participación y mercados a lo que los países de america deban mayor participación, y no solo ser una fuente de recursos naturales para los países más desarrollados.

Referencias

- Anderson C. (2012), *Makers: the new revolution*. Editorial: Crown Business.
- Biggs, J. (2013), *TC Makers: A Walk Through Adafruit Industries With Limor Fried*, AOL Tech Church Network, <http://techcrunch.com/2013/03/22/tc-makers-a-walk-through-adafruit-industries-with-limor-fried/>
- Goedder C. (2013), *El Rentismo: Del moralismo y el mito a la política pública*. Revista Perspectiva, Edición No. 2. p. 6-9.
- Córdova M. (2004), *Instalación del taller: Elaboración de políticas para la adquisición y uso del hardware en la Administración Pública Nacional*. En: *HARDWARE, Adquisición y Uso en la Administración Pública Nacional*, pp. 19-29. Ciudad: Caracas. Editorial: Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Kawasaki G. (2011), *El arte de cautivar*, Editorial: Grupo Planeta.
- Maxfield C. (2004), *Introduction*. En: *The Design Warrior's Guide to FPGAs*, pp. 1-8. Ciudad: Burlington, MA 01803, USA. Editorial: Elsevier.
- Medrano A., Serra M. y Soto C. (2015), *KiCad, Herramienta de Software Libre de Modelado de Circuitos Impresos para el Desarrollo de Hardware*. 6to Congreso Iberoamericano de Estudiantes de Ingeniería Eléctrica (VI CIBELEC 2015).
- Medrano A., Serra M, Soto C. y Díaz D. (2007), *Metodología*, En: *Plataforma de Desarrollo en Hardware Libre de la Fundación CENDITEL*. Disponible en: <http://hl.cenditel.gob.ve/intro/metodologia/>
- Prieto, M. (2013), *Infografía Rentómetro*. Bogotá - Colombia. Revista Perspectiva, Edición No. 2. Ver <http://www.revistaperspectiva.com/dossier-contenido/2/rentometro>

Prieto, M. (2013), ¿Por qué fracasan las naciones rentistas?. Revista Perspectiva, Edición No. 2. Ver <http://www.revistaperspectiva.com/files/files/dossier/marcela-prieto.pdf>

Vermesan O. y Friess P., Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems, Pais: Jutland - Dinamarca, Editorial: River Publishers.