

Producción de conocimientos tecnológicos en red a partir del análisis del desarrollo de hardware libre en Argentina

An analysis of technological knowledge production based on networking through the lens of open hardware development in Argentina

Guido, Luciana; Versino, Mariana

 Luciana Guido

lucianaguido@gmail.com

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Centro de Estudios Urbanos y Regionales/ Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, Argentina

 Mariana Versino

mversino@gmail.com

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Centro de Estudios Urbanos y Regionales/ Universidad Nacional de La Plata, Argentina, Argentina

Pampa. Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales

Universidad Nacional del Litoral, Argentina

ISSN: 1669-3299

ISSN-e: 2314-0208

Periodicidad: Semestral

núm. 28, e0073, 2023

revistapampa@gmail.com

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/583/5834688007/>

DOI: <https://doi.org/10.14409/pampa.2023.28.e0073>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: El proyecto CIAA es una experiencia innovadora de diseño de hardware “libre” en Argentina. Se origina en 2013 como una iniciativa conjunta entre el sector académico y el industrial –el Laboratorio de Sistemas Embebidos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (Fiuba UBA), la Asociación Argentina de Software Embebido (ACSE), y la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL)-. Entre sus principales propósitos se destaca el de impulsar el desarrollo tecnológico nacional. El trabajo utiliza una metodología predominantemente cualitativa para caracterizar los orígenes del proyecto, las etapas que atravesó, las diferentes versiones de la plataforma y los principales actores intervinientes. Todo ello en pos de explorar la forma en que ese desarrollo se constituyó en una red expandida en términos territoriales. El objetivo último es contribuir al debate sobre la producción de conocimiento tecnológico “abierto” en Argentina.

Palabras clave: Territorio, Tecnologías abiertas, Academia, Industria, Estado.

Abstract: *The CIAA project was launched in Argentina in 2013 as a collaborative effort between academic and industrial sectors. The project is centered around a “free” hardware design concept and involves the Embedded Systems Laboratory at the Faculty of Engineering of the University of Buenos Aires (Fiuba UBA), the Argentine Association of Embedded Software (ACSE), and the Chamber Argentina of Electronic, Electromechanical and Lighting Industries (CADIEEL). The primary objective of the project is to foster national technological advancement. The project’s origins, progression, various platform iterations, and key contributors are all characterized using a qualitative methodology, with an emphasis on examining the project’s territorial network expansion. Ultimately, the CIAA project aims to contribute to ongoing discussions surrounding the production of “open” technological knowledge in Argentina.*

Keywords: Territory, Open technologies, Academy, Industry, State.

1. INTRODUCCIÓN[1]

El proyecto CIAA se trata de una experiencia innovadora de diseño de hardware “libre”^[2] en Argentina que se origina en 2013 como una iniciativa conjunta entre el sector académico y el industrial -representados por el Laboratorio de Sistemas Embebidos de la Universidad de Buenos Aires, la Asociación Argentina de Software Embebido (ACSE) y la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL)-. Entre sus principales propósitos se destaca el de impulsar el desarrollo tecnológico nacional. Para ello, el proyecto buscó sumar “valor agregado” al sector industrial en su conjunto incentivando la incorporación de sistemas electrónicos embebidos abiertos. En tal sentido, promovía mecanismos de vinculación entre Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes) y diversas instituciones educativas de todo el país, así como también con el sistema científico-tecnológico. Asimismo, el proyecto propuso incentivar cambios en la forma en que las instituciones educativas y las empresas argentinas desarrollan y utilizan conocimientos electrónicos.

La CIAA consiste en el desarrollo de una plaqueta electrónica de hardware “libre” diseñada específicamente para aplicaciones industriales, pero también para ser aplicada como herramienta con fines educativos. Desde los inicios, el proyecto priorizó generar un producto robusto para que soporte las condiciones hostiles de los ambientes industriales en los que abundan ruidos, vibraciones, temperaturas extremas, picos de tensión e interferencias electromagnéticas, pero, a la vez, diseñarla de modo tal que pueda ser fabricada en nuestro país.

El artículo parte de una metodología predominantemente cualitativa. Propone indagar en el caso del proyecto CIAA, sus orígenes, las diferentes versiones de la plataforma, los principales actores intervinientes, así como visualizar la forma en que ese desarrollo se constituyó en una red expandida en términos territoriales. El objetivo último es contribuir al debate sobre la producción de conocimiento tecnológico “abierto” que se desarrolla en Argentina.

Luego de esta introducción, el artículo se estructura en cinco secciones. En primer lugar, el apartado teórico-metodológico da cuenta de los principales elementos conceptuales con los que se aborda el caso de estudio. En segundo lugar, se presenta un sucinto recorrido sobre las particularidades de las tecnologías denominadas “abiertas”. En la tercera sección se describen las principales características del proyecto para luego problematizar sobre el tipo de “red” en el que se inscribe la CIAA desde sus orígenes hasta la actualidad. Por último, se presentan las reflexiones finales y los principales interrogantes que se abren para seguir profundizando el análisis.

2. ELEMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

2.1 Elementos conceptuales

Para la perspectiva que se utiliza en este trabajo el concepto de “red” se torna fundamental dado que permite indagar cómo se lleva adelante un proyecto colectivo como el del caso de estudio. Dicho concepto constituye una herramienta flexible que permite entender la dinámica de los entramados de relaciones y vínculos que se co-construyen con los diferentes participantes de la CIAA.

En ese sentido, la noción de red apunta a dar cuenta de los distintos tipos de interrelaciones que se establecen entre los actores heterogéneos que las configuran con vistas a la consecución de objetivos comunes, ya sea explícitamente establecidos o derivados de los procesos de autoorganización de sus componentes. Las interacciones que se dan al interior de las redes según sean los casos, no remiten exclusivamente a la cooperación y dada la heterogeneidad de los actores involucrados pueden ser tanto redes competitivas como colaborativas. No obstante ello, en el caso de alcanzar cierto grado de estabilización hacen lugar a la complementación de las capacidades de los participantes, generando resultados de interés para cada uno de

ellos aun cuando sea por distintas razones. En este sentido, la estructura de las redes depende de los objetivos que quienes participan establezcan y dichos objetivos pueden variar según sea el actor de que se trate aun dentro de una misma red.

Distintas vertientes teóricas han dado cuenta, bajo distintas denominaciones y abordajes conceptuales del concepto de red. Así asociados a los objetivos de este trabajo se pueden encontrar: redes tecno-económicas (Callon 1998, 2001), redes tecnoproductivas (Mercado 2013) y redes de conocimientos (Casas 2001, 2003; Albornoz y Alcaraz 2006, entre otros). En el caso de la perspectiva teórica calloniana los actores que participan involucran actantes tanto humanos como no humanos, pero sin llegar a utilizar ese tipo de aproximaciones teóricas dados los objetivos del estudio, en todos los casos los elementos o nodos de las redes son heterogéneos. Las redes tecnoproductivas o de conocimientos incluyen tanto empresas, universidades, cámaras empresariales, centros de investigación y de desarrollo tecnológico como la estructura de apoyo institucional de CyT e instituciones del sistema educativo de formación técnica y profesional.

Las redes se constituyen en función diversos procesos definidos por distintas trayectorias dependientes de su pasado y del contexto de variables que enmarcan su desarrollo. Por otra parte, cumplen distintas funciones, pero en el caso de las redes de innovación centralmente se ocupan, por un lado, de facilitar la coordinación de las decisiones entre los distintos actores, entidades o nodos que las integran y, por otro, de transmitir datos, información y conocimientos entre ellos a partir del establecimiento de diversas interacciones (Lambooy 2004). En la literatura se sostiene que estas funciones se cumplen a partir de distintas modalidades de coordinación. En este sentido, este intercambio puede estar regulado por el mercado a partir del principio de intercambio guiado por la búsqueda de ganancias; por un sistema jerárquico instaurado ya sea legalmente o a partir de la legitimidad de la autoridad que subordina la toma de decisiones de los miembros de menor jerarquía; o por mecanismos de coordinación basados en una fuerte confianza y el enraizamiento de las relaciones de intercambio de información y de conocimientos (Adler 2001, Cimoli 2005, Casalet 2005).

Las firmas son nodos importantes en las redes de innovación y a ellas se suman actores como las instituciones de I+D, las universidades, las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT) y diferentes áreas estatales de promoción de financiamientos de distinto tipo. Algunos nodos de las redes se convierten en intermediarios y desenvuelven experticia en actuar como “traductores” de los intereses de los otros nodos funcionando a partir de sus actividades como *brokers* o personal de frontera. La confianza mutua entre los participantes de las redes puede aparecer de la mano de acciones de asesoramiento de estos “nodos intermediarios” que permiten articular los intereses de distintos actores a partir de la obtención de diferentes tipos de beneficios para cada uno. En este sentido, hay que destacar que el mecanismo de coordinación generado por la confianza es el más eficiente cuando se trata de la generación, transferencia o difusión de conocimientos (Adler 2001).

La tipología de las redes varía en función de las variables que pueden ponerse en juego como criterios para su definición (Sebastian, 2000). En tal sentido, el autor (op.cit) sostiene que existen diversos criterios que se pueden utilizar: quiénes se asocian -individuos, grupos de investigación, centros de I+D, empresas- y para qué, cuál es el ámbito y la naturaleza de la asociación, entre otros. De ese modo, la tipología de las redes en función de los propósitos que persiguen es muy variada. Así, se pueden considerar, por ejemplo, las redes de información y comunicación, las redes académicas, las temáticas, las de investigación, las de innovación, entre otras. Para Sebastian (2000) las redes de innovación se caracterizan por la heterogeneidad de los actores que las componen debido a la complejidad de los procesos involucrados y las redes de servicios tecnológicos constituyen una variante de ellas. Así, en estas últimas “se asocian organizaciones que ofertan servicios tecnológicos y que a través de la red amplían la oferta de servicios, facilitando la satisfacción de las demandas de los usuarios” (Sebastián, 2000:101).

Por otra parte, las redes académicas suelen estar centradas en la educación superior, con una tendencia creciente a implicarse en la movilidad y el intercambio de estudiantes y profesores, así como en los estudios de

posgrado y en los intercambios de experiencias y modelos de gestión universitaria. Estas redes pueden estar conformadas por universidades, por departamentos o por profesores e investigadores universitarios.

En suma, el trabajo en red es el resultado de la adopción de formas flexibles y participativas de organización, implementadas al momento de crear y aplicar los conocimientos a la solución de problemas. Las redes de conocimiento, por su parte, refieren a las configuraciones en las que se conjugan actores de diversas procedencias que se relacionan a fin de abordar problemas concretos y proponer soluciones, poniendo en juego para ello sus capacidades y buscando, por este medio, complementarlas (Albornoz y Alcaraz 2006). En ese sentido, las redes de conocimiento pueden ser concebidas como un contexto de aprendizaje, como un sistema de comunicación o como un medio de integración (Luna y Velasco 2006, entre otros).

El concepto de red contribuye a indagar sobre cómo es el proceso de producción e intercambio de conocimientos tecnológicos en el proyecto CIAA, qué actores intervienen y cuáles son los elementos que inciden en el desarrollo de las distintas versiones del artefacto elaborado. Asimismo, los conceptos generados en el campo de la economía del cambio tecnológico, puntualmente aquellos ligados al aprendizaje sobre la tecnología (Foray y Lundvall 1996), permiten explorar los distintos actores que poseen conocimientos tecnológicos puntuales para producir tecnologías abiertas en nuestro país.

Se parte de sostener que los procesos de desarrollo de plataformas electro#nicas generadas en el marco del proyecto CIAA se comprenden teniendo en cuenta las redes de relaciones entabladas entre actores heteroge#neos en las distintas etapas del proyecto. Dichas redes van permeando e intercambiando conocimientos y pra#cticas que inciden no solo en los procesos de seleccio#n de la tecnologí#a a ser incorporada, sino también en los propósitos y en los significados que los actores le atribuyen al proyecto. Posibilitan, además, la generacio#n de diversas versiones del artefacto desarrollado.

El “hardware abierto” o “hardware de código abierto” -también denominado “*open hardware*” o “*open source hardware*”- es un término utilizado para referir a un tipo de artefacto pero también una práctica, un campo de estudio y a un colectivo de personas que comparten los diseños de herramientas que utilizan de forma “abierta” y para distintos fines (Arancio, 2021). Si bien informalmente suele referirse al hardware como el soporte físico de una computadora, cuando se utiliza el término “hardware abierto” en relación a artefactos, estos incluyen herramientas mecánicas, analógicas, digitales entre otros elementos tangibles. Así, se parte de sostener que el proyecto CIAA puede ser comprendido teniendo en cuenta que se trata de una práctica en la que la red académica no solo fue crucial en los inicios del proyecto sino que terminó siendo la red preponderante en todas las etapas de la CIAA y delimitó los alcances institucionales de la iniciativa.

2.2 Elementos metodológicos

Dado el objeto de estudio seleccionado se optó por la técnica del “estudio de caso” (Stake 1995, 1998; Yin 2014) como abordaje metodológico para llevar adelante la investigación. Una de las particularidades de este enfoque es que permite abordar fenómenos contemporáneos - en este caso, la producción de conocimientos tecnológicos “abiertos” en contextos semi-periféricos -, en términos holísticos y significativos, en sus contextos específicos y de acontecimiento. Asimismo, este tipo de estudio puede recurrir a múltiples fuentes de información y procedimientos de análisis, así como también apelar a formulaciones teóricas como punto de partida para el desarrollo de la investigación. Esta estrategia implica la recolección y análisis de datos tanto cualitativos como cuantitativos y la triangulación de diferentes tipos de técnicas y métodos de recolección de la información.

Así, la investigación se basó en información primaria obtenida a través de entrevistas semi-estructuradas y en profundidad a las autoridades del proyecto -coordinadores y co-coordinadores de las diferentes etapas de la CIAA- y también a referentes de la Cámara Argentina de Industrias Electrónicas, Electromecánicas y Luminotécnicas (CADIEEL)-. Junto con ello, también se relevó información secundaria: se identificaron memorias, documentos de trabajo internos, documentos técnicos disponibles (*firmware, hardware, software,*

repositorios, listas de discusión por correo electrónico, entre otros) y se consultaron las distintas versiones del sitio Web de la CIAA, así como diversas publicaciones periodísticas y de difusión general del proyecto.

Las entrevistas en profundidad realizadas promediaron un tiempo de no menos de una hora y hasta dos horas y media, a partir de conversaciones ya sean virtuales o presenciales. Se realizaron a partir de protocolos predefinidos en relación al ordenamiento de los temas y tópicos trabajados para cada entrevistado, según fuese su posición dentro de la red analizada. Las mismas fueron grabadas y transcritas para el estudio. Un proceso de análisis cualitativo circular de los datos (Miles *et al.*, 2014) fue utilizado para el procesamiento de la información recolectada, reducida, analizada y presentada. Los datos recolectados se analizaron a partir de la construcción de matrices de contenido que permitieron reconstruir la red de actores intervinientes a lo largo de la historia del proyecto analizado.

3. PARTICULARIDADES DE LAS “TECNOLOGÍAS ABIERTAS”

En la década de 1960, las universidades e institutos de investigación fundamentalmente radicados en Estados Unidos como Berkeley y el MIT junto con diversos centros de investigación privada –como los Laboratorios Bell de AT&T, entre otros– desarrollaron distintos sistemas operativos^[3], como UNIX. Compartir el código fuente^[4] era lo “natural” y se promovía la posibilidad de intercambiar el código entre colegas, lo que generó, a su vez, importantes avances en el diseño de un sistema operativo que pudiera “correr” en plataformas diversas.

Los *hackers*^[5] copian los programas, intercambian sus fuentes, lo que les permite estudiarlas y adaptarlas a sus necesidades y a su hardware a través de un proceso que estimula el aprendizaje basado en la interacción^[6] –*learning by interacting*– y en el uso –*learning by using*–. Reutilizan, asimismo, una parte del código fuente para desarrollar nuevos programas.

No obstante, hacia la segunda mitad de la década de 1970, ese modelo entra en crisis y empieza a emerger otro “privatizador” y “mercantilista” (Vidal, 2004). Las computadoras que hasta entonces eran escasas, con un alto costo, se tornan cada vez más baratas y potentes y se origina una nueva industria vinculada a la producción de software^[7].

En ese contexto, el “movimiento del software libre” comenzó como una estrategia de resistencia a la política de la empresa AT&T de vender UNIX y restringir el acceso de la comunidad académica a su código fuente al impulsar sus derechos de propiedad intelectual sobre ese sistema operativo. En los hechos, dichas acciones se cristalizan en el Manifiesto GNU (1985), la posterior elaboración de la GNU *General Public License*–GNU-GPL– y la creación de la *Free Software Foundation* (FSF), en el mismo año, por Richard Stallman.

En los 1990, Reinoud Lamberts publica en su sitio web *.Open Design Circuits* la propuesta de creación de una comunidad de diseño del hardware con el *ethos* del *software* libre. Partió de la idea de poder intercambiar diseños electrónicos de forma “libre”, de la misma manera en que pueden intercambiarse los programas informáticos.

No obstante, antes de que esta definición se consolidara y el hardware abierto existiera como concepto, compartir diseños de herramientas era una práctica frecuente. Von Hippel (2005) las identifica como “*user-led innovation*” destacando el rol activo de los usuarios en el surgimiento de innovaciones tanto en productos de consumo como industriales. Junto con ello, otro antecedente lo constituye el “*open design*” (Balka, Raasch, y Herstatt 2013; Raasch, Herstatt, y Balka 2009)^[8].

El concepto de *Open Design* fue uno de los primeros en definirse formalmente en 1999 alrededor del intercambio de diseños de productos a través de internet, siendo particularmente relevante el diseño abierto de circuitos (Koch y Tumer 2009).

A diferencia de lo acontecido con el movimiento del software libre cuyo desarrollo fue acelerado y cobró impulso año tras año, la práctica del hardware abierto atravesó un período de “letargo” hasta mediados de la década del 2000 cuando surgen proyectos como RepRap^[9], Arduino^[10] u OpenCores^[11] le otorgan nuevos impulsos. La creación de la Asociación de Hardware Abierto (OSHOWA) es uno de los hitos más importantes dentro de la actividad en 2010 y junto a ella también se diseña el programa oficial de certificación de hardware abierto.

En ese sentido, la Asociación de Hardware Abierto (*Open Source Hardware Association*, OSHOWA) parte de la definición de “*open source*”^[12] y se refiere al hardware abierto como un término que denomina artefactos tangibles -máquinas, dispositivos, u otros objetos del mundo físico- cuyo diseño se hace disponible públicamente para que cualquier persona lo pueda estudiar, modificar, distribuir, materializar y vender, tanto el original como otros objetos basados en ese diseño” (Declaración de Principios 1.0, OSHOWA, 2010). Para ello, se requiere que las fuentes del hardware estén disponibles en un formato apropiado para poder realizar modificaciones sobre ellas.

Tanto el movimiento de software libre como el de hardware abierto destacan la importancia de desarrollar tecnología en comunidad. A su vez, ambos comparten la necesidad de documentar los desarrollos. En el caso del hardware, el contenido mínimo de la documentación suele incluir una descripción general del proyecto, indicaciones para usuario/as, lista de materiales, instrucciones de ensamblado y construcción, canales de comunicación con los desarrolladores, y licencia abierta adoptada. Los proyectos de hardware abierto no están centralizados en un repositorio, sino en distintas plataformas para colaboración y difusión, por ejemplo GitHub^[13]. Este no es el único mecanismo para registrar avances técnicos, ya que en el caso de la CIAA, la lista de correo electrónico ha jugado un papel central para la interacción de lo/as actores participantes.

En la actualidad, las actividades que giran en torno al diseño del hardware abierto reúnen actores heterogéneos - desde laboratorios de I+D, instituciones educativas, agencias públicas, expertos legales hasta proyectos comunitarios, *hobbistas* y organizaciones de la sociedad civil-

La distinción entre “abierto” y “libre” se remonta a la separación entre la Fundación del Software Libre y la proposición del concepto de “Código Abierto” (Arancio, 2021). Esa ambigüedad no existe en español porque se cuenta con palabras para distinguir “libre” y “abierto”. En la práctica, en América Latina es común que, más allá de la elección de las licencias, se empleen los términos “hardware libre”, “tecnologías libres”, “tecnologías abiertas” y otros similares como sinónimos.

4. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

4.1. Orígenes y distintos actores involucrados

La CIAA se trata de un proyecto de desarrollo de hardware abierto ideado, en primer lugar, por investigadores del Laboratorio de Sistemas Embebidos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires quienes, a su vez, participan de la ACSE^[14] y de la organización del Simposio Argentino de Sistemas Embebidos (SASE)^[15] que se organiza desde 2010. Desde los orígenes del Simposio contaron con la participación de CADIEEL quienes otorgaron becas para favorecer la participación de estudiantes en el evento. Entre 2012 y 2013 representantes de la Cámara propusieron, además, afianzar los lazos sociales con la organización del SASE para involucrarse en un proyecto colectivo que fuera más allá de las becas ofrecidas (autoridad CIAA a1).

Producto de tales intercambios entre la organización del SASE y CADIEEL, se acordó identificar las principales demandas tecnológicas de las pymes electrónicas argentinas para ofrecer una solución tecnológica conjunta. De ese modo se realizó un relevamiento informal entre la ACSE y pequeñas empresas -identificadas por CADIEEL- interesadas en problemáticas orientadas a la incorporación de electrónica en el sector

industrial argentino. Allí se identificó la necesidad de diseñar un controlador lógico programable (o “PLC”- *Programmable Logic Controller*^[16]) para automatizar procesos industriales. En un principio se consideraba que la producción del dispositivo si bien iba a resultar en un producto más costoso que los fabricados en China, se acercaría o superaría al estándar de calidad de uno europeo o norteamericano siendo más económico. A su vez, se trataría del desarrollo de un dispositivo genérico con múltiples usos. Junto con ello, en ese relevamiento también surgió qué interfaces y protocolos de comunicación usar en la CIAA teniendo en cuenta los más conocidos por las pymes seleccionadas (autoridad CIAA b).

En ese marco, se pensó en un desarrollo artefactual que se pudiera aplicar en distintos ámbitos: desde pymes hasta empresas más grandes con proyectos de alta tecnología. Así, la ACSE y la CADIEEL propusieron desarrollar un sistema electrónico “abierto” de uso general en el que toda la documentación y elementos para su fabricación estuvieran disponibles en internet (“códigos fuentes” de los programas, diagramas esquemáticos, diseño de circuitos, entre otros) y a su vez que estuviera diseñado teniendo en cuenta criterios adecuados para su aplicación en distintas ramas industriales. De ese modo, no solo no dependería de una línea específica de procesadores, sino que a su vez, podría ser fabricado por la mayoría de las empresas nacionales.

Por otra parte, al estar focalizado en “promover el crecimiento de la industria nacional”, la CIAA se diferenciaba de otras plataformas “abiertas” tales como “Arduino”, “BeagleBoard”, “Raspberry Pi” y “Embedded Artists”, ya que ninguna de ellas se orienta a la industria. Asimismo, se trata de un proyecto que se pensó federal en el que se fomentaba la integración de actores -especialmente universidades y pymes- de distintos puntos del país.

El proyecto CIAA se cristaliza en distintos documentos elaborados en 2013 y en un “Convenio Marco de Colaboración”, firmado ese mismo año, entre la ACSE y la CADIEEL. Dicho convenio crea una estructura organizativa conformada por un Comité Organizador compuesto por dos miembros de la Asociación y dos de la Cámara designados por la Comisión Directiva de cada institución; un Responsable Ejecutivo a cargo de la ACSE y un Comité Técnico consultivo y Ejecutivo compuesto por representantes de la Cámara y de la Asociación que es el responsable de la ejecución del desarrollo (Convenio Marco de Colaboración, 2013). A su vez, se acuerda que la coordinación del proyecto se renueve cada dos años.

Desde sus inicios se pensó la CIAA como resultado de un trabajo colectivo en el que se pudieran integrar universidades, actores estatales y empresas argentinas. Así, la propuesta se orienta, en sus inicios, a incentivar la apropiación colectiva de la plataforma para que a partir de ella se desarrollen nuevos productos y servicios a la par de difundir su incorporación y uso dentro de la currícula de las instituciones educativas del país (Documento de trabajo CIAA, 2013).

4.2. Características técnicas de la CIAA y sus distintas versiones

La CIAA es una computadora porque tiene un procesador, memoria y puede ejecutar programas. Tiene, a su vez, distintos tipos de interfaces de entradas y salidas. La placa base se fabrica en Argentina, pero los circuitos integrados y los componentes electrónicos son importados.

Al ser de “código abierto” su diseño se encuentra disponible para ser usado de manera libre y gratuita en el desarrollo de productos y servicios. Así lo resalta uno de los investigadores de la ACSE: “Es la primera vez que se hace una computadora abierta industrial en el mundo. A diferencia de otros proyectos abiertos que suelen depender de alguna compañía que provee el *chip*, no contamos con la relación directa de ninguna empresa multinacional, no quedamos atados a sus productos. La novedad a nivel mundial es que está diseñada desde un comienzo para ser certificada bajo estándares internacionales de alta exigencia” (CONICET, 2015).

Es “abierto” porque toda la información sobre su diseño está gratuitamente disponible en la web de la CIAA (diagrama esquemático, diseño del circuito impreso, código fuente del firmware^[17] y del software, diseño del gabinete, entre otros), para que sea usada sin restricciones por empresas y profesionales en sus

productos y procesos productivos. De esta manera, no es necesario notificar en forma alguna sobre su uso a la par que cada uno puede modificar libremente el diseño publicado para adaptarlo a sus propias necesidades. Así el usuario no queda atado a un solo proveedor, como suele ocurrir al comprar tecnología en el mercado. Al mismo tiempo, dado que los planos y detalles técnicos están publicados en el sitio web del proyecto, se puede contratar a cualquier equipo con conocimiento para implementarlo, adaptarlo o modificarlo.

De ese modo, no solo el hardware es “libre”, sino que también lo son el firmware y el software de la CIAA. Este último contiene las instrucciones de su instalación, manual de usuario y además se puede acceder al repositorio de código desarrollado. Estas tecnologías junto con la documentación y archivos generados como parte de su desarrollo, se encuentran liberados bajo las normas de la “Licencia BSD modificada”^[18]. Si bien la plataforma electrónica base tiene incorporados distintos componentes que son en su mayoría importados, la particularidad radica en que se trata de un artefacto con un alto “valor” agregado de conocimiento.

La primera versión de la CIAA fue el modelo “CIAA-NXP”^[19] y se diseñó para uso industrial, por consiguiente, cuenta con diversas protecciones y medidas de seguridad.

En efecto, la CIAA-NXP es la primera CIAA en ser diseñada, probada y producida en serie. Fue desarrollada para utilizarse en equipos de automatización industrial -aunque no exclusivamente-. Su nombre se debe a que se basa en un procesador de la empresa NXP Semiconductors. Distintos proveedores de electrónica formaron parte de esta primera versión, entre ellos: Adox^[20] (diseño PCB); Arrow Argentina (componentes maqueta); ASSISI^[21] (diseño de hardware); DAI-ICHI CIRCUITOS S.A.^[22] (ingeniería de manufactura de PCB); EMTECH^[23] (diseño PCB).

Casi paralelamente a esta versión industrial, se desarrolló el modelo “EDU-CIAA” y fue concebida especialmente para ser utilizada en el ámbito educativo, como una placa introductoria a la CIAA-NXP. Posteriormente se desarrollaron versiones de la CIAA basadas en procesadores de otras marcas, como la CIAA-FSL^[24], la CIAA-INTEL y la CIAA-PIC -aunque la gran mayoría quedó en la etapa de prototipo-.

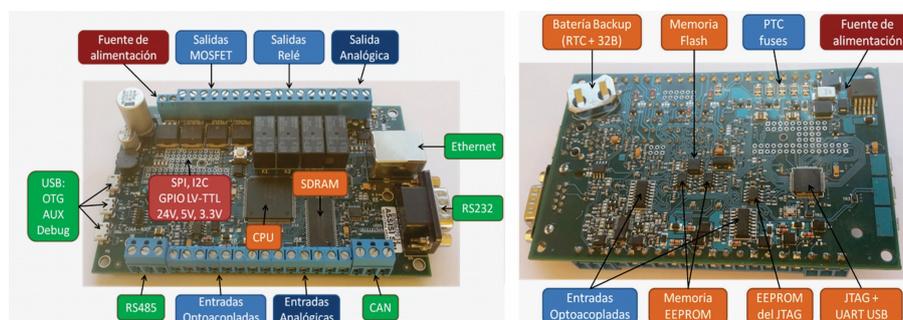


Figura 1

Modelo CIAA NXP

Proyecto CIAA (proyecto-ciaa.com.ar)



Figura 2
Modelo EDU CIAA
Proyecto CIAA (proyecto-ciaa.com.ar)

Para impulsar la inserción de la CIAA en el sistema educativo se conformó la Red Federal de Contactos Locales que en 2014 contaba con aproximadamente 60 representantes en 22 de las 24 provincias argentinas, gracias al apoyo de la Red RUSE del CONFEDI^[25].

Los diferentes lenguajes de programación –tanto del hardware como del software- y los distintos sistemas operativos que corrieron en cada una de las versiones de la CIAA, dependieron, principalmente, del *know how* de los coordinadores en cada etapa del proyecto pero también de algunos de los ingenieros o estudiantes del posgrado de sistemas embebidos y su interés por investigar o profundizar en el conocimiento de determinadas tecnologías para sus estudios académicos. En tal sentido, uno de los principales mecanismos de interacción tanto de las autoridades de la CIAA como de otros actores interesados -especialmente del ámbito académico- era el posgrado de sistemas embebidos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA-UBA)^[26], diversas listas de correo electrónico^[27], una wiki^[28] y, fundamentalmente, el SASE^[29].

5. LA CIAA EN TÉRMINOS DE SU ANÁLISIS COMO RED

Para reconstruir las redes de relaciones que dieron lugar a la gestación del proyecto CIAA debemos remitirnos a la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE)^[30] creada por el Consejo Federal de Decanos de Facultades de Ingeniería (CONFEDI) en 2013. Del producto de distintos intercambios entre algunos de los representantes de la industria electrónica nacional, del sector académico y de cámaras empresariales que participaron del evento, se encuentran los pasos iniciales del proyecto CIAA en ese mismo año. La primera etapa del proyecto gira en torno a conformar una red de actores pero sobre todo a afianzar los vínculos entre los sectores industriales y la universidad. En sus inicios, el proyecto despertó interés del sector universitario, y en particular en carreras ligadas a los sistemas embebidos (Autoridad CIAA a).

En esta primera etapa el foco estuvo puesto en diagramar la red de participantes del proyecto y para ello la difusión fue crucial. Se organizaron diversas charlas y talleres por todo el país para promover la iniciativa y se logró la colaboración de empresas (asociadas a CADIEEL), organizaciones y profesionales altamente

capacitados. Así, se desarrollaron las primeras plataformas de la Computadora Industrial, con un hardware y un firmware abierto y se fabricaron miles de plaquetas a partir de preventas realizadas (Autoridad CIAA a).

Durante los primeros cinco años del proyecto (2013-2017) la CIAA se caracterizó por un fuerte entusiasmo de sus autoridades (especialmente aquellos que habían participado en el proyecto en el diseño inicial) por realizar el desarrollo de las primeras dos versiones y difundirlo. Estos años estuvieron marcados por la identificación del *knowhow* para hacer cada uno de los desarrollos requeridos para la versión NXP como también para crear la red de actores y acaparar el interés del sector industrial -principalmente el representado por CADIEEL-. Así, esta etapa se caracteriza por un predominio de la academia que busca enrolar actores de otros ámbitos a la red.

El Estado nacional ha formado parte de la red de relaciones que se integraron a la CIAA por medio de la financiación de algunas de sus actividades en los inicios del proyecto. En tal sentido, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, por medio de la Subsecretaría de Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y el Programa Nacional I+D+D lanzó diversas convocatorias para la presentación de propuestas destinadas a la adjudicación de “Proyectos de Innovación a partir de la adopción de la Computadora Industrial Abierta Argentina en productos y procesos industriales” llegando a destinar un total de \$ 1.050.000 en 2015 (Guido y Versino, 2016). Junto con esta iniciativa, la Secretaría de Planeamiento Estratégico Industrial del Ministerio de Industria de la Nación (SPEI) y la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de la Nación (SPU) convocaron a la ACSE y a CADIEEL a participar en el “Plan Estratégico Industrial 2020” del Ministerio de Industria. Producto de tales intercambios, se incluyó el término de “sistemas embebidos” dentro de lo planteado para el sector de software argentino (Guido y Versino, 2016).

No obstante, una de las principales limitaciones de estos primeros cinco años estuvo relacionada con que las herramientas de desarrollo y las bibliotecas de código no estuvieron al alcance de todos los interesados en el proyecto (Autoridad CIAA a). El entusiasmo de los participantes por contribuir al desarrollo tecnológico de cada uno de los componentes que integran la plaqueta diseñada, hizo que aumentara la complejidad técnica del artefacto desatendiendo una demanda que no en todos los casos era capaz de adoptarlo. Esto se refuerza si se tiene en cuenta que el diseño de software es diferente al del sistema embebido. Mientras que el primero se basa en abstracciones, en el segundo lo central no es la abstracción sino comprender la interacción entre el artefacto y el mundo físico y ello requiere, entre otros aspectos, tener capacidades tecnológicas de electrónica y del campo de la ingeniería/licenciatura en computación. En efecto:

“Cuando se trabaja en un sistema embebido, vos sos el responsable de la interacción entre la máquina y el mundo físico, entonces, no podés basarte en esa abstracción, porque tus acciones tienen impacto directo en la realidad, y tenés que entender el mecanismo de funcionamiento. Entonces, sí o sí tenés que haber visto la electrónica que está dentro de la máquina. Esa es la principal diferencia entre el ingeniero en sistemas y el ingeniero en computación. El ingeniero en sistemas aprende a desarrollar software para aplicarlo en organizaciones. Por el contrario, el ingeniero en computación se especializa en manejar máquinas, y ve la parte de software pero para hacer andar la máquina (...)” (Autoridad CIAA c)

Así, a través de lograr un proceso de aprendizaje sobre la CIAA basado en distintas interacciones –principalmente por medio del *learning by interacting* (Autoridad CIAA b) logrados en el intercambio cotidiano de discusiones en las listas de correo electrónico anteriormente señaladas-, se fue atendiendo al desarrollo tecnológico *per se* antes que a la vinculación con las empresas que podrían llegar a necesitarlo. Todo ello se refuerza con el hecho de que gran parte de los integrantes de la CIAA tenían cargos de docencia e investigación en universidades nacionales o en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y, por consiguiente, percibían honorarios de esas instituciones. Además, otro gran número de participantes eran estudiantes de posgrado, de la Especialización de Sistemas Embebidos de la UBA, que podían dedicarse parcialmente al proyecto. En tal sentido, tanto en estos años como en los siguientes, la CIAA no contó con una masa crítica de desarrolladores exclusiva y remunerada.

Tales limitaciones condujeron a la progresiva dispersión del equipo “fundador” de la CIAA y muchos de ellos fueron alejándose de la iniciativa por diversos factores, principalmente, la renuncia a sus cargos en la universidad para pasar al ámbito privado o simplemente el alejamiento de la iniciativa porque la misma práctica universitaria los llevó a ocuparse de otros temas, lo que no les permitió dedicarle tiempo completo al proyecto.

Junto con ello, el Estado nacional dejó de financiar actividades vinculadas a la CIAA y tampoco se generaron nuevas acciones. En este segundo momento del proyecto, la dificultad para que la industria adopte la plataforma se acentuó todavía más y el apoyo de la industria fue mermando (Autoridad de la CIAAa).

Desde el 2019 hasta la actualidad, la estabilidad del proyecto CIAA se vio comprometida por diversos elementos. En primer lugar, en 2020 se registraron debilidades en la cadena de suministro de circuitos electrónicos (*chips*) de computadora y trajo consecuencias no solo en la electrónica de consumo, sino también en la industrial (Autoridad CIAA b). Paralelamente, el proyecto no terminó de articular la participación de los potenciales usuario/as del artefacto desarrollado -especialmente el sector industrial- pero tampoco hubo una participación activa del resto de los programadores que había integrado de la red académica de la CIAA desde sus inicios (Autoridad CIAA c). En tercer lugar, se dejó de fabricar la plaqueta CIAA NXP -aunque aún quedan disponibles algunos productos para su venta-^[31].

Si bien la CIAA educativa no continuó con el impulso de desarrollo que tuvo en los primeros años del proyecto, aún hay algunas instituciones educativas que continúan utilizándola aunque disminuyeron los trabajos de especialización de posgrado sobre el tema.

6. REFLEXIONES FINALES

Los aprendizajes interactivos de desarrollo tecnológico implican que quienes programan pueden producir y poner a prueba conceptos en forma de prototipos, en ciclos cortos de tiempo y a bajo costo. Como el intercambio colaborativo que se produce en las listas de discusión analizadas es dinámico, las tecnologías abiertas producto de estas interacciones nunca llegan definitivamente a la “clausura” (Bijker y Pinch 1987). Así, existen en cambio versiones diferentes, que conviven y salen a la luz de acuerdo a las prioridades y necesidades del momento.

La CIAA, en sus diferentes etapas, fue objeto de diversas interpretaciones en función de los distintos actores que se fueron integrando a la red académica de la CIAA. Tales interpretaciones dieron lugar a diferentes versiones del artefacto que no terminó de difundirse en el sector productivo de la manera “deseada” en los inicios del proyecto. Si bien tanto los actores -universitarios, industriales y Estado- que participaron del proyecto -en distintas etapas- tuvieron una perspectiva “determinista” e instrumental de la tecnología, los sentidos otorgados al artefacto fueron dispares. Así, para los académicos el acento estaba puesto en la complejidad técnica del sistema embebido -fomentado por su incorporación en el sector educativo, principalmente a través de los distintos trabajos efectuados en la Especialización en Sistemas Embebidos- y también en lograr una vinculación con la industria.

Para el sector industrial, el artefacto CIAA solo se implementó en algunos casos^[32], en primer lugar, dada su complejidad técnica y, en segundo lugar, ya que, en la mayoría de los casos, no contaban con equipos técnicos que pudieran adoptar la CIAA a sus necesidades. En esa línea, el equipo de trabajo de la CIAA tampoco ofreció un servicio de posventa que diera respuesta a esa limitación.

El Estado nacional, a través del MinCyT, estuvo presente en los primeros años del desarrollo de la CIAA. Si bien en un primer momento se logró poner en relieve la especificidad de los sistemas embebidos diferenciándolos del software en el “Plan Estratégico Industrial 2020”, no se difundió la plataforma a través de políticas concretas que fomentaran su uso en el sector productivo.

A pesar de las distintas interpretaciones de la CIAA, es posible observar un elemento común: en todas ellas, la preocupación central se refiere al modo en que se producen los conocimientos tecnológicos. Así,

al concentrarse exclusivamente en la producción de este tipo de conocimiento, el equipo de la CIAA dejó parcialmente de lado los procesos de formulación de las demandas, es decir, la manera en que determinados asuntos adquieren el estatus de “problema social” al que es posible orientarse. En ese sentido, las distintas etapas de la CIAA se caracterizaron por considerar que las necesidades tecnológicas podrían eventualmente convertirse en “demandas” de conocimiento o en asuntos que pudieran ser abordados por la red académica y no en una efectiva vinculación socio-territorial con el sector productivo. Pese a ello, el proyecto CIAA tuvo un gran mérito técnico y organizativo que recibió apoyo por parte de instituciones educativas logrando captar el interés en el sector académico y educativo, que no alcanzó para “impactar” en la industria, que era su principal objetivo.

Para finalizar hay que destacar que el desarrollo del proyecto CIAA solo hizo lugar a la construcción de una red centralmente académica que territorialmente tuvo nodos en todo el país, pero no logró constituirse en una red de innovación con el involucramiento de actores empresarios que permitieran su entrada en el ámbito productivo. Una evaluación completa del caso de estudio requeriría, a futuro, realizar el seguimiento de las capacidades generadas por el proyecto en la adopción de sistemas embebidos en las empresas nacionales a partir de su introducción por parte de los actores formados por el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, M. y Alcaraz, C. (2006): *Redes de conocimiento: construcción, dinámica y gestión* [Archivo PDF]. <http://www.gestionsocial.org/archivos/00000837/AlbornozYAlfaraz.pdf>.
- Aibar, E. (1996). La vida social de las máquinas: orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas –Reis-, Volumen(76)*, 141-170. https://reis.cis.es//REIS/PDF/REIS_076_09.pdf
- Arancio, J. (2021). *Fabricaciones desde el diálogo: hardware científico abierto y democratización de la producción de conocimiento en la 'periferia'* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Quilmes]. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3109>
- Callon, M. (2001). Redes tecno-económicas e irreversibilidad, *Revista REDES*, 8(17), 85-126. <https://www.redalyc.org/pdf/907/90781703.pdf>
- Balka, K., Raasch, C. y Herstatt, C. (2013). The Effect of Selective Openness on Value Creation in User Innovation Communities: Selective Openness and Value Creation by Users. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 392-407. <https://doi.org/10.1111/jpim.12102>
- Bijker, W. (2005). ¿Cómo y por qué es importante la tecnología?, *Revista REDES*, 11(21), 19-53.
- Bruun, H. y Hukkinen, J. (2008). Cruzando fronteras: un diálogo en tres formas de comprender el cambio tecnológico. En Thomas, H. y Buch, A. (coord.) *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (pp. 185-216). Universidad Nacional de Quilmes.
- Casas, R. (2001). *La Formación de Redes de Conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. Anthropos, Barcelona.
- Casas, R. (2003). Intercambio de Flujos de Conocimiento en las Redes. En *Itinerarios del conocimiento. Formas, Dinámicas y Contenido. Un enfoque de redes*. Anthropos, Barcelona.
- Ciapuscio, H. (1996): El conocimiento tecnológico *Revista REDES*, 3(6), 177-194.
- SASE (2013). *Computadora Industrial Abierta Argentina*. <http://www.sase.com.ar/asociacion-civil-sistemas-embebidos/files/2013/11/Propuesta-Computadora-Industrial-Abierta-Argentina-ACSE-CADIEEL-v2.5.pdf>
- Entrevista a autoridad de la CIAA (a1) realizada el 7 de junio de 2016
- Entrevista a autoridad de la CIAA (a2) realizada el 15 de marzo de 2022
- Entrevista a autoridad de la CIAA (b) realizada el 22 de abril de 2022.
- Entrevista a autoridad de la CIAA (c) realizada el 19 de agosto de 2022.
- Entrevista a autoridad de la CIAA (d) realizada el 27 de septiembre de 2022.

- Foray, D. y Lundvall, B. (1996). The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to learning economy, *Employment and growth in the knowledge-based economy*, OCDE. https://www.researchgate.net/publication/265987386_The_Knowledge_Base_of_an_Economy_What_is_it_Can_it_be_measured_Can_it_be_modeled
- González García, M., López Cerezo, J. y Luján López, J. (2000). *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Tecnos.
- Guido, L. y Versino, M. (2016). Despliegue territorial de un desarrollo de hardware 'libre' aplicado a la industria: el caso de la Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA), en *Revista Horizontes Sociológicos*, año 4, n° 8. (pp.107-122) <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90404>.
- Himanen, P. (2009). *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*. Destino.
- Kreimer, P., y Zabala, J. (2006). ¿Qué conocimiento y para quién? Problemas sociales, producción y uso social de conocimientos científicos sobre la enfermedad de Chagas en Argentina. *Revista Redes*, marzo. <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/612>
- Koch, M. y Irem T. (2009). Towards Open Design: The Emergent Face of Engineering—A Position Paper. *Proceedings of ICED 09* (pp. 97-108). ICED. <https://www.designsociety.org/publication/28618/Towards+Open+Design%3A+The+Emergent+Face+of+Engineering---A+Position+Paper>
- Lundvall, B. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation en Dosi, G. et.al. (eds.) *Technical Change and Economic Theory*. Pinter.
- Mercado, Alexis (2013). Conformación de redes tecnoproductivas como mecanismo de Integración universidad – industria. La experiencia del Centro Nacional de Tecnología Química (2006-2011). *Revista Espacios, Volumen* (34).
- Miles, M.B., Huberman, A.M. y Saldana, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Method Sourcebook*. Sage Publications.
- Prensa CONICET (4 de abril de 2015). *La CIAA: una puerta de entrada para el uso de tecnología electrónica en Argentina*. <http://www.conicet.gov.ar/la-ciaa-una-puerta-de-entrada-para-el-uso-de-tecnologia-electronica-en-argentina/>
- Raasch, Christina, Cornelius Herstatt, y Kerstin Balka. 2009. On the Open Design of Tangible Goods. *R&D Management* 39(4), 382-93. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00567.x>.
- Stake, R. (1995). *The Art of Case Study Research*. Sage.
- Stake, R. (1998). Case Studies en Norman Denzin and Yvonna Lincoln. (Eds.): *Strategies of Qualitative Inquiry*. Thousand Oaks. Sage.
- Sebastian, J. (2000). Las Redes de Cooperación como modelo organizativo y funcional para la I+D [Archivo PDF]. *Redes*, 7(15), pp. 97-111. Universidad Nacional de Quilmes Buenos Aires. <https://www.redalyc.org/pdf/907/90701503.pdf>
- von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. The MIT press.
- Yin, R. K. (2014). *Case Study Research Design and Methods* (5th ed., pp.282). Thousand Oaks. Sage.

NOTAS

[1]El trabajo presenta avances de lo indagado en el marco de un Proyecto de Investigación Científico y Tecnológico (PICT) de la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) titulado: “Desarrollo de proyecto embebidos y generación de capacidades tecno-productivas en sistemas semi-periféricos: el proyecto “Computadora Industrial Abierta Argentina (CIAA)”. Directora: Luciana Guido.

[2]El hardware corresponde a todas las partes “físicas” – infraestructura- y tangibles de una computadora, es decir, sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos; sus cables, gabinetes u otros “periféricos” de distinto tipo. Hardware libre (también hardware de código abierto o electrónica libre) se refiere específicamente a aquellos dispositivos de hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público.

[3] Un sistema operativo es el software más importante ya que permite que funcionen otros tales como: procesadores de texto, procesadores de cálculo, bases de datos, entre otros. Realizan tareas básicas como por ejemplo el reconocimiento de la conexión del teclado, el control de los dispositivos “periféricos” tales como impresoras, escáner, etcétera, así como también otras de mayor complejidad puesto que proporcionan una plataforma de software en la cual pueden funcionar distintas aplicaciones. En función de cuál sea el sistema en uso, dependerán las distintas aplicaciones que se puedan incorporar. Existen sistemas operativos comerciales, como por ejemplo el desarrollado por la empresa Microsoft (“Windows”) y basados en software libre, como por ejemplo “Linux” (Guido y Versino, 2016).

[4] El código fuente de un programa informático o software es un conjunto de líneas de texto que son las instrucciones que debe seguir la computadora para ejecutar dicho programa. Está escrito por un programador en algún lenguaje de programación, pero en este primer estado no es directamente ejecutable por la computadora, sino que debe ser traducido a otro lenguaje (el lenguaje máquina o código objeto) que sí pueda ser ejecutado por el hardware de la computadora. Para esta traducción se usan los llamados compiladores, ensambladores, intérpretes y otros sistemas de traducción (Guido y Versino, 2016).

[5] “El diccionario del argot hacker (...) define a los hackers como personas que se dedican a programar de forma entusiasta y creen que poner en común la información constituye un extraordinario bien, y que además para ellos es un deber de naturaleza ética compartir su competencia y pericia elaborando software gratuito y facilitando el acceso a la información y a los recursos de computación siempre que ello sea posible” (Himanen, 2009).

[6] Foray y Lundvall (1996).

[7] Representa el conjunto de los componentes que integran la parte material de una computadora. Alude a los componentes lógicos requeridos para posibilitar la realización de una tarea específica, es decir, se trata de un conjunto de instrucciones para que sean ejecutadas por un procesador. Si bien esta palabra fue admitida por la Real Academia Española, al no tener una traducción literal en español, se usa indistintamente para referir a “programas informáticos” (Guido y Versino, 2016).

[8] Se refiere al desarrollo de productos tangibles abiertos más allá del software. Ejemplos de este tipo es el proyecto OSCar, una iniciativa dispuesta en Internet para la creación de un automóvil de código abierto. Uno de sus propósitos principales es crear un proyecto de automóvil en el que todos los usuarios puedan participar con sus ideas y conocimientos (Arancio, 2021).

[9] El proyecto surge en el año 2005 ideado por Adrian Bowyer, un profesor de la Universidad de Bath en Reino Unido con el objetivo de construir una impresora 3D auto-replicable. El proyecto usa una técnica de fabricación por adición, y está disponible bajo la GNU General Public License, una licencia de software libre, que permite a otros investigadores trabajar en la misma idea y mejorarla.

[10] Arduino una compañía de desarrollo de software y hardware libres, así como una comunidad internacional que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware para construir dispositivos digitales y dispositivos interactivos que puedan detectar y controlar objetos del mundo real. Arduino se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios. Los productos que vende la compañía son distribuidos como Hardware y Software Libre, bajo la Licencia Pública General de GNU (GPL) y la Licencia Pública General Reducida de GNU (LGPL),1 permitiendo la manufactura de las placas Arduino y distribución del software por cualquier individuo. Las placas Arduino están disponibles comercialmente en forma de placas ensambladas o también en forma de kits, hazlo tu mismo (del inglés DIY: “Do It Yourself”) <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino> .La placa más sencilla cuesta menos de 25 dólares, es compatible con todos los sistemas operativos, utiliza un lenguaje de programación simple pero potente, y es abierta, facilitando su adopción y reutilización por parte de la comunidad (Arancio, 2021).

[11] OpenCores es la comunidad de hardware de código abierto más grande del mundo que desarrolla hardware libre digital a través de la automatización de diseño electrónico, con un ethos similar al del movimiento del software libre (<https://es.wikipedia.org/wiki/OpenCores>).

[12] El código abierto (*open source*) no significa solamente acceso al código fuente. Los términos de distribución del software de código abierto deben cumplir con ciertos criterios, por ejemplo, que su redistribución sea gratuita; que incluya el código fuente; que no discrimine personas o grupos; entre otras. (<https://opensource.org/docs/osd>).

[13] <https://github.com/ciaa/Hardware/issues?q=is%3Aopen+is%3Aissue+label%3ACIAA-NXP>

[14] La ACSE fue creada en julio de 2011 y es una institución sin fines de lucro cuyos principales propósitos son difundir en el ámbito profesional y académico las tecnologías asociadas a los sistemas embebidos, fomentar la interacción industria-academia en esos temas así como incentivar el interés por los sistemas embebidos entre los estudiantes universitarios y los jóvenes profesionales.

<http://www.sase.com.ar/asociacion-civil-sistemas-embebidos/ciaa/> Generar un espacio de intercambio entre las empresas del sector, que promueva el desarrollo de la industria nacional.

[15] En marzo de 2010 se llevó a cabo el primer Simposio Argentino de Sistemas Embebidos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA), con el apoyo de 13 empresas auspiciantes, 11 instituciones y 31 universidades. Incluyó 2 workshops, 34 tutoriales, 6 charlas plenarias, un concurso de proyectos estudiantiles y otras actividades (<http://www.sase.com.ar/>)

[16] Se trata de una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, como por ejemplo el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. El PLC es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de secuencias en la maquinaria o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos (Guido y Versino, 2016).

[17] El firmware se trata de una serie de instrucciones que se encuentra grabada en un *chip* (en general de lectura/escritura) que controla los circuitos electrónicos de un dispositivo de cualquier tipo. En síntesis, refiere a un software que maneja físicamente al hardware.

[18] Esta licencia permite la redistribución ilimitada del producto (con o sin modificaciones y para cualquier propósito) siempre que se mantengan la autoría y la renuncia de garantías originales. Esto significa que es posible generar productos derivados de la CIAA bajo licencias diferentes, con o sin fines de lucro, y de diseño abierto o cerrado. Asimismo implica la posibilidad de integrar la CIAA, o partes de ella, a productos cubiertos por cualquier otro tipo de licencia http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=proyecto:licencia_ciaa.

[19] Se alimenta con 24V (CC). Tiene entradas digitales optoacopladas, entradas analógicas configurables 0-10V o 0-20mA, salidas digitales open-drain y relé, salida analógica configurable 0-10V o 0-20mA, interfaces de comunicación RS232, RS485, CAN, Ethernet y USB-OTG. Basada en el microcontrolador LPC4337.

[20] ADOX se especializa en cuidados críticos para la salud y en otros mercados conexos y una amplia gama de productos y desarrollos tecnológicos para diferentes sectores. <https://adox.com.ar/quienes-somos/>

[21] ASSISI SRL es una empresa dedicada al montaje y/o ensamble de placas electrónicas para terceros o CEM (Contract Electronics Manufacturer). <http://www.assisi.com.ar/>

[22] <http://www.dai-ichi.com.ar/>

[23] <https://www.emtechsa.com/>

[24] Fabricada por Ernesto Mayer S.A. Se trata de una empresa argentina que desde 1974 fabrica circuitos impresos para pymes y grandes consumidores. <https://www.mayerpcb.com/empresa.html>

[25] http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=vinculacion:contactos_locales

[26] La Facultad de Ingeniería de la UBA tiene una extensa historia en investigación y desarrollo en sistemas embebidos y sus aplicaciones en distintas áreas de la ingeniería. En 2012 se empieza a dictar la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos (Resol CS 4916/2012) y en 2016 la Maestría (Resol. CS 4335/2016). El objetivo de esta última es profundizar en los conocimientos teóricos y prácticos de las tecnologías del área con el fin de especificar componentes y equipos, diseñar y evaluar sistemas que usen tecnologías de sistemas embebidos y/o integren estas tecnologías con otras; crear nuevas tecnologías, abordar problemas que permitan ampliar los conocimientos del área, resolver problemas relacionados con el procesamiento de señales y diseñar implementaciones de sistemas operativos. <https://www.uba.ar/posgrados/noticia.php?id=244>

[27] <https://groups.google.com/g/embebidos32> y ciaa-educacion@googlegroups.com (esta última para el caso de la CIAA EDU), entre otras.

[28] http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=desarrollo:hardware:ciaa_nxp:ciaa_nxp_inicio

[29] <http://www.sase.com.ar/>

[30] RUSE - Red Universitaria de Sistemas Embebidos - Acta acuerdo. En la Red participaban diversas facultades o departamentos de ingeniería de todo el país. El listado de los miembros participantes se puede consultar aquí RUSE - Red Universitaria de Sistemas Embebidos - Integrantes

[31] Algunas de las empresas que comercializan o comercializaron esta versión de la CIAA - <http://www.proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=proyecto:comprar-son:Electrocomponentes>:<https://www.electrocomponentes.com/tienda/desarrollo/computadora-industrial-abierta-argentina-ciaa-nxp-x>;

[32]http://www.proyecto-ciaa.com.ar/index_quees_ejemplosuso.html