REVISTA DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA HISTÓRICA

Volumen 3 Número 1 2013

ARTÍCULOS

1 Creación de un ecosistema donde preservar el primer lenguaje y compilador argentino: un caso de arqueología computacional
Gustavo del Dago

17 Caminando por la Computación Científica en la Argentina, alrededor del año setenta
Jorge Aguirre

31 Centro de Cómputos de la U.N.R.C..Caso testigo en una Universidad Argentina
Guillermo A. Rojo

43 Una red, un día: antes de Internet en Argentina. 1985-1994
Federico Novick

63 Patrimonio imperceptible. Recuperación y preservación de equipos informáticos con significancia histórica
Diego Gustavo Macchi y Alicia Murchio

Copyright © 2013 – Fundación Museo ICATEC.
Museo de Informática, Computadoras y Accesorios Tecnológicos
Todos los derechos reservados.
ISSN 2250-5431

Revista de Tecnología e Informática Histórica
Volumen 3, Número 1, 2013

Diego G. Macchi
Editor responsable

Revista de Tecnología e Informática Histórica es una publicación periódica propiedad de la Fundación Museo ICATEC. Museo de Informática, Computadoras y Accesorios Tecnológicos.
Tucumán 810 1er. Subsuelo, CP C1049AAR, Capital Federal.

AUTORIDADES

Presidente: Carlos Chiodini
Tesorera: Alicia E. Murchio
Secretario: Jonatan Chiodini

CONSEJO ASESOR

Diego G. Macchi
Diego Mezzini

© Los Autores, 2013
© Fundación ICATEC, 2013

No se permite la reproducción parcial o total, el almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la transformación de esta revista, en cualquier forma o por cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante fotocopias, digitalización u otros métodos, sin el permiso previo y escrito del editor. Su infracción está penada por las leyes 11.723 y 25.446.

Registro intelectual en trámite

CREACIÓN DE UN ECOSISTEMA DONDE PRESERVAR EL PRIMER LENGUAJE Y COMPILADOR ARGENTINO: UN CASO DE ARQUEOLOGÍA COMPUTACIONAL

Gustavo del Dago*

El lenguaje y compilador COMIC fue desarrollado en el Instituto de Cálculo (IC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA) durante los años 1965 y 1966. El contexto donde se llevó a cabo esta experiencia, que hoy es considerada como la primera de su clase en Argentina, merece especial atención: las condiciones de aislamiento en que se encontraba el IC durante estos años, las técnicas de ingeniería inversa empleadas en el diseño y desarrollo, las dificultades planteadas por la escasez de documentación y el final abrupto de las actividades son cuestiones fundamentales a la hora de analizar retrospectivamente los resultados. Consideramos esencial para el estudio de las técnicas y herramientas con las que se trabajó en el IC tener la posibilidad de analizar los productos obtenidos. El producto de mayor relevancia en el marco de este proyecto de investigación es el COMIC, un programa de computación especialmente desarrollado para una máquina de cual ya no se dispone de ningún ejemplar. Este trabajo tiene como principal objetivo exponer el proyecto de preservación del COMIC para el que se empleó una metodología que tiene como eje central la construcción de un *ecosistema* donde se puedan ejecutar antiguos programas de computación sin necesidad de contar con los equipos originales. Se presentarán las etapas seguidas durante el proyecto, se dará cuenta del estado de evolución del mismo, exponiendo los primeros resultados y mostrando como el *ecosistema* creado se convierte al mismo tiempo en un elemento habilitante para futuros estudios. Estudios que pueden trascender a los específicamente técnicos alcanzando un *ecosistema ampliado* que incluya al resto de las actividades y personas que conformaron el IC.

INTRODUCCIÓN

El pasado de la computación. Ciclo de vida de los sistemas

La tecnología mantiene un avance continuo, el resultado de este avance nos permite contar en muchos casos, con equipos de computación más potentes en cuanto a velocidad de proceso, capacidad de almacenamiento y facilidades de utilización. En este escenario los sistemas de computación se ven expuestos a una rápida obsolescencia. Un programa de computación puede describirse como la representación codificada de un algoritmo y las

* Proyecto SAMCA, gdeldago@gmail.com

reglas de esta codificación están impuestas por el sistema objeto o máquina particular. Los programas se pueden hallar tanto en código fuente como código objeto o binario[1]. En consecuencia, los programas de computación dependen de la plataforma o equipo para los que fueron creados y en principio su existencia está supeditada a esos equipos o plataformas operativas. Es probable que la utilidad de algunos programas se extienda en el tiempo sobreviviendo a los equipos utilizados para su ejecución, situación que motiva la creación de varios métodos para facilitar la migración de programas y datos entre distintas plataformas. Herramientas que transcriben código en forma automática, convierten datos o emulan distintas arquitecturas donde ejecutar antiguos programas son algunas de las soluciones que ha ofrecido la industria de la computación a fines de posibilitar la actualización o reemplazo de equipamiento sin perder las inversiones realizadas en el desarrollo de los programas. La oferta de soluciones expuesta está acotada en el tiempo. Comienza en un momento donde la inversión en el desarrollo de programas es considerable y finaliza generalmente cuando el esquema ya no resulta conveniente desde el punto de vista económico.

Finalmente, llega la instancia en que los programas se consideran obsoletos y se dejan de utilizar. De no tomarse los recaudos para su preservación una parte del pasado de la computación se pierde de manera irrecuperable. Paradójicamente el progreso de la tecnología aplicada a la computación contribuye eliminar algunos vestigios de su propia historia.

Arqueología computacional. Técnicas y herramientas

Las disciplinas relacionadas con la preservación del legado computacional se encuentran actualmente en un estado embrionario. En *Introducción a la Arqueología Informática* [1] se propone un método de trabajo y se describen algunas herramientas tendientes a facilitar las distintas tareas que en conjunto, permiten disponer de los objetos preservados. Estos objetos se convierten, según nuestra visión, en la materia prima con la que podremos abordar estudios en profundidad sobre los entornos a los que pertenecieron. Los programas de computación, son sin duda una parte importante del patrimonio cultural heredado. El estudio de un programa de computación, se puede encarar de una forma estática mediante la lectura de su código fuente o dinámica, observando los resultados de su ejecución en un sistema de cómputo. Como veremos, la conservación de los objetos físicos asociados presenta una serie de dificultades y en consecuencia es muy frecuente que se disponga de programas para los cuales ya no existen equipos capaces de ejecutarlos. En el presente trabajo se propone como metodología principal la creación de un *ecosistema* donde la ejecución de esos programas sea posible. Luego, la adopción de algunas prácticas y el uso de las herramientas descriptas en [1], con algunas variaciones, tendrá sentido solo en el marco de la construcción de un *ecosistema* determinado.

Según la Real Academia Española, se define *arqueología* como la “ciencia que estudia lo que se refiere a las artes, a los monumentos y a los objetos de la antigüedad, especialmente a través de sus restos” [2]. Atendiendo a la definición anterior podemos convenir el uso de *arqueología computacional* para referirnos al conjunto de tareas y actividades relacionadas con la preservación y el estudio de los sistemas de computación antiguos, con el objeto de analizar y comprender su diseño y funcionamiento.

Como hemos visto, el ciclo de vida de los sistemas de computación representa un problema para quienes se interesen por estudiar en detalle sistemas obsoletos o extintos. Los equipos suelen pasar a desguace y en consecuencia algunas partes terminan convertidas

en chatarra o reutilizadas en la construcción de nuevos dispositivos. Los programas y la documentación, tal vez debido a la facilidad con la que se pueden obtener copias, muchas veces corren mejor suerte y son conservados por personas o instituciones. En consecuencia las distintas partes componentes de los sistemas suelen estar fragmentadas, incompletas o con un alto grado de dispersión geográfica. Situación que le confiere a la tarea del investigador de la historia de la computación su carácter arqueológico.

El proceso de preservación de programas se divide, a grandes rasgos, en las etapas descriptas a continuación.

Localización y recopilación de objetos materiales

Los objetos materiales pueden encontrarse en museos o instituciones[2] que realizan tareas de conservación de equipos de computación y tecnológicos. También es frecuente que profesionales y aficionados, en grupos y asociaciones o en forma independiente, guiados muchas veces por una cuestión nostálgica, lleven adelante tareas de coleccionismo, preservación, restauración y divulgación de sistemas antiguos.

El trabajo de recopilación de material consiste en localizar y obtener la mayor cantidad de objetos componentes de los sistemas que se pretende preservar. Comprender la importancia de cada una de las partes u objetos hallados y sus relaciones con el sistema que conformaron en el pasado es de vital importancia. Comprensión y conocimiento que posiblemente no tengan quienes conservan los objetos físicos. De manera que la localización y recopilación de material a la que aquí se hace referencia, incluye un análisis que permita establecer las relaciones de funcionalidad y en algunos casos, de temporalidad entre los objetos disponibles.

A continuación se enumeran los objetos de mayor relevancia[3] y algunas de sus características incluyendo un resumen de los métodos y técnicas con que contamos para su recopilación y preservación.

Programas

Los programas de computación tienen existencia como objetos materiales solo cuando se los almacena en un medio o soporte físico. Los medios de almacenamiento de datos y programas son productos tecnológicos y por lo tanto son objeto de constante evolución. Cintas y tarjetas de papel perforado, cintas y discos magnéticos o copias impresas son algunos de los soportes de información que se han utilizado en el pasado o se utilizan en la actualidad. Dependiendo del caso será necesario desarrollar herramientas que permitan trabajar con los contenidos disponibles. La conversión de formatos lógicos, la construcción o restauración de equipos periféricos o la transcripción manual de datos son algunas de las actividades necesarias para la preservación de programas.

Documentación

De acuerdo a la época a la que pertenezcan los documentos disponibles, puede ser que la información se encuentre en forma manuscrita, en mal estado de conservación o en copias de baja calidad. Estos factores justifican el trabajo de copia o transcripción a formatos digitales.

Testimonios

Los relatos de las personas involucradas en el desarrollo y uso de los sistemas tienen un valor fundamental a la hora de reconstruir o estudiar entornos de trabajo extintos. La documentación, cuando se dispone de ella, muchas veces es incompleta o contiene errores y los equipos físicos posiblemente ya no estén disponibles para su estudio. Los recuerdos de los protagonistas, aún con las limitaciones naturales en cuanto a la precisión o a nivel de detalle, pueden ser la clave para completar o enriquecer el material disponible. Recuperar y documentar dichos testimonios es un trabajo de índole iterativa que incluye etapas de obtención de testimonios, interpretación de los mismos, obtención de conclusiones y datos, análisis compartido de las conclusiones y obtención de nuevos testimonios que permitan validar y refinar las descripciones de los datos expuestos.

Emulación. Construcción de entornos virtuales

La razón de ser de un programa de computación es el momento de su ejecución y la posterior obtención de resultados. Cuando los equipos para los que un determinado programa fue diseñado ya no están disponibles se pierde la posibilidad de ejecutarlo. Las técnicas de emulación son la estrategia que permite crear un *ecosistema* donde los programas objeto de estudio puedan seguir funcionando. Este *ecosistema* estará conformado no solo por el equipo de cómputo y sus periféricos en versiones virtuales o emuladas sino también por las Rutinas de Base, Sistemas Operativos y Bibliotecas de Funciones de las cuales los programas dependan.

Un emulador es un tipo particular de programa cuya función es replicar el comportamiento de distintos equipos y dispositivos físicos, a fines de ofrecer a los programas preparados para estos últimos un entorno de ejecución indistinguible del original. Disponer de entornos de trabajos virtuales o emulados tiene una importancia clave. Si bien es cierto que se pueden analizar programas con la simple inspección de su código fuente o incluso de su código binario, es la instancia de ejecución la que idealmente ofrece capacidades de depuración y ejecución controlada. Este proceso muchas veces no se encuentra disponible en los equipos originales, lo que permite aumentar nuestra comprensión sobre estos objetos. Los resultados obtenidos de las ejecuciones de un programa, aún en el caso de ejecuciones parciales, suelen constituir nuevos elementos de estudio que permiten validar o aumentar la documentación, o confirmar hipótesis planteadas sobre su funcionamiento.

Adquirir Experiencia

Para recrear un sistema de computación extinto, no alcanza con la construcción de un entorno de emulación, pues es indispensable contar con la experiencia y conocimientos que permitan su operación. Las prácticas o modos de uso relacionadas con un sistema pueden incluir saberes no documentados, que en la dinámica de trabajo pueden ser compartidos y aplicados. De modo que la falta de documentación no representa un inconveniente, sin embargo con el paso del tiempo o la falta de aplicación, este conocimiento se puede perder.

En los proyectos de preservación donde participan personas que han trabajado con los sistemas originales será muy valioso documentar prácticas o formas de uso. En cualquier

caso, operar los sistemas virtuales, utilizar y verificar el funcionamiento de sus componentes o desarrollar nuevos programas son ejercicios que ayudarán a adquirir la experiencia necesaria.

Breve introducción al COMIC

El lenguaje y compilador COMIC (COMpilador del Instituto de Cálculo) es considerado el primer trabajo de programación de sistemas realizado en Argentina. Esta característica sumada a la relevancia del instituto donde se gestó y los hechos que ponen fin a su desarrollo[4], lo convierten en un objeto de especial interés técnico e histórico. El COMIC fue desarrollado en el Instituto de Cálculo (IC) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEyN-UBA)[5] entre los años 1965 y 1966 por la sección de Sistemas de Programación[6] liderada por Wilfred O. Durán[7].

El COMIC es un derivado del AUTOCODE que escribiera en el año 1957 R. A. Brooker para la máquina Mercury[8] de la compañía Ferranti[7, 8, 9]. El desarrollo del COMIC se plantea como una forma de superar las limitaciones impuestas por el AUTOCODE frente a los trabajos de programación que se realizaban en el IC que ya no se limitaban estrictamente al área matemática[9]. Una exposición detallada del COMIC que incluye descripciones de sus características y notas históricas sobre su desarrollo puede verse en [6].

Vamos a mencionar aquí y a modo ilustrativo, algunos de los cambios y mejoras incorporadas. Una modificación ensayada en el evaluador de expresiones permitió utilizar identificadores de variables con longitud arbitraria[10]. En el lenguaje original esta longitud se limitaba a un carácter, decisión que según el mismo autor estaba en concordancia con el uso esperado para el lenguaje: la solución de problemas de índole matemática, disciplina donde se acostumbra nombrar a las variables con una sola letra o símbolo [11]. Esta decisión de diseño hizo que en la sintaxis del lenguaje, sea suficiente la simple yuxtaposición de factores para expresar el producto. En COMIC fue necesario incorporar un símbolo, se eligió el asterisco, para indicar la operación producto en forma explícita. También se incorporaron al lenguaje nuevos tipos de datos para gestionar variables booleanas y matriciales, facilidades para la operación con estos nuevos tipos de datos (ahora nativos) y una variedad de rutinas frecuentemente utilizadas en los programas. Especial atención merecen las rutinas para la generación de gráficos mediante la utilización de un dispositivo graficador y el mejor aprovechamiento de la memoria física a partir de una modificación realizada a la máquina en el mismo IC. Más adelante se volverá sobre algunos de estos aspectos.

El nuevo lenguaje y compilador está constituido por la suma de estas mejoras y agregados. Cambios que pueden parecer a simple vista triviales, pero que constituyeron un gran esfuerzo por parte del equipo de trabajo. Fundamentalmente porque no se disponía ni del código fuente ni de la documentación de diseño del AUTOCODE. Para salvar este problema se trabajó partiendo del código binario y utilizando técnicas que hoy conocemos como ingeniería inversa.

Incorporar el reconocimiento de expresiones más complejas que permitan manejar variables con nombres de longitud arbitraria, nuevos tipos de datos para álgebra booleana y matricial o el reconocimiento de paréntesis para indicar precedencias en los cálculos entre otras, requiere de cambios importantes en las rutinas o módulos de análisis léxico y semántico del compilador. El abordaje del COMIC requiere considerarlo como un trabajo en curso y no como un producto terminado puesto que las actividades del IC fueron interrumpidas abruptamente impidiendo el desarrollo de todo su potencial.

PROYECTO DE PRESERVACIÓN DEL COMIC

A continuación haremos un resumen de las distintas tareas llevadas a cabo en el proyecto de preservación del COMIC agrupadas en cada uno de los frentes: emulador, programas de base y el propio lenguaje y compilador COMIC. Cuando se considere oportuno se justificará la necesidad de ciertas actividades, tratando de mostrar en todos los casos que el método propuesto ayudó a conseguir el resultado final. Se expondrán de forma muy sintética las cuestiones más salientes de cada apartado.

Objetos materiales

La idea de construir un emulador de la máquina Mercury se gestó de manera casi inmediata al comprobar que no se disponía de un entorno virtual que permitiera recrear la experiencia trasmitida por algunos de los pioneros de la computación en la Argentina que compartieron sus recuerdos durante el desarrollo de las Jornadas Sadosky [16]. Descubrir que aún se conservaban copias de algunos programas y manuales publicados le dio una nueva dimensión a esta idea de proyecto que ya no tenía como límite lograr la reconstrucción de una arquitectura computacional determinada sino que podía incluir la preservación de estos programas y documentos. Wilfred Durán cedió a la FCEyN copias en cinta de papel perforado del COMIC y de su manual de programación. De esta manera se obtuvieron los primeros objetos materiales, que sin ser los únicos recolectados durante el transcurso del proyecto, se los puede considerar de una importancia clave considerando que la existencia de estos mismo objetos cambió el enfoque del proyecto de desarrollo de un emulador hacia un proyecto de preservación y recreación de un ecosistema donde volver a ejecutar estos programas. Es muy probable que la etapa de recolección de objetos materiales tenga un nuevo impulso a partir de la difusión de los trabajos de preservación que se están llevando adelante. De esta manera, no puede considerarse una etapa finalizada. De hecho las etapas esbozadas no se transitan necesariamente de manera secuencial, y los nuevos aportes enriquecen y completan el trabajo realizado.

Emulador[11]

Existen en la actualidad gran cantidad de emuladores que permiten recrear distintos equipos y sistemas de computación. Los objetivos perseguidos por quienes crean emuladores pueden ser muy variados. Sin embargo, equipos y sistemas que han tenido gran difusión en el mercado, especialmente los diseñados para entretenimiento como sistemas de videojuegos o computadoras hogareñas de la era anterior al arribo de las computadoras personales actuales, representan el conjunto con mayor oferta. De hecho, es factible encontrar más de un emulador para cada sistema. Los equipos utilizados en los inicios mismos de la computación, representan un caso especial. Un factor que atenta contra la disponibilidad de emuladores de estas máquinas es que no han sido equipos de uso masivo o personal. Por otra parte una gran cantidad de los programas desarrollados para estas máquinas se ha perdido, motivo que podría justificar un bajo interés en los propios sistemas. La falta de documentación o la dificultad en dar con la misma, las pocas unidades fabricadas de cada máquina[12] y la falta de experiencia en su utilización completan un panorama que explica la ausencia de emuladores de estos equipos o sistemas.

No se tiene registro de la existencia de algún emulador de la Mercury. El objetivo de preservación perseguido por este proyecto justifica a nuestro juicio, el desarrollo del primer emulador del Sistema Mercury. Para el trabajo de emulación se utilizaron como base documental, el manual del programador de la máquina del año 1960 [12] y el manual de programación en lenguaje convencional escrito por Ernesto García Camarero en el año 1962 [13]. Con la información disponible en estos manuales, muchas veces complementaria, se sintetizó en un documento la arquitectura de la máquina y sus periféricos. Detalles sobre los registros internos, organización de la memoria y métodos de acceso, tambores magnéticos o unidades de cinta, quedaron de esta forma definidas a partir de sus características funcionales. Es importante destacar que no se poseen datos sobre la estructura física de los dispositivos, lo que imposibilita su emulación a nivel de comportamiento eléctrico o electrónico. Aún con estas limitaciones, y como queda demostrado en el marco de este trabajo, una emulación funcional permite la ejecución de los programas binarios originales de la máquina en el entorno de emulación. El método que guió el diseño y programación del emulador no fue otro que el de inferir el funcionamiento de la máquina partiendo de las instrucciones o explicaciones sobre su programación. En líneas generales, podemos pensar que si determinadas instrucciones se utilizan para lograr algún efecto, el emulador deberá, frente a la ejecución de dichas instrucciones, *emular* el efecto esperado. Supongamos el caso de una instrucción que realiza la operación aritmética suma tomando como operandos un registro y el contenido de una dirección de memoria. El resultado esperado es la actualización del registro, y seguramente de algún registro asociado como indicador de acarreo o cero, cuyo nuevo valor deberá ser la suma de los operandos intervinientes. Entendiendo la máquina o sistema emulado como un conjunto de objetos que se encuentran en un estado, la función del emulador no es otra que la gestión de las transiciones entre los distintos estados siempre de acuerdo a las reglas impuestas por la arquitectura de la máquina. Volviendo a nuestro ejemplo de la operación aritmética, el emulador implementa la transición de los estados para los objetos registro, indicador de acarreo e indicador de cero y gestiona asimismo el efecto de desbordamiento frente a operaciones cuyo resultado excede el tamaño de memoria de los distintos objetos. Se puede apreciar que aún sin conocer los mecanismos que permitieron construir la máquina original, ajustándonos a esta técnica de diseño, podemos desarrollar una máquina virtual que se comporte funcionalmente de la misma forma.

Programas de Base

Input Routine[13] es el nombre genérico que se le dio originalmente al conjunto de programas que facilitan la operación básica de una computadora. Cuando aún no existían los Sistemas Operativos, los subsistemas de Entrada-Salida ni la estratificación por niveles en la arquitectura de los programas operativos, la *Input Routine* agrupaba una cantidad de utilidades de uso frecuente. En la máquina Mercury, la *Input Routine* incorpora, entre otras, facilidades para la carga y grabación de programas vía cinta de papel perforado, un programa ensamblador[14], los módulos de administración de capítulos (técnica previa al paginado de memoria) y una veintena de funciones de uso frecuente denominadas en el vocabulario de Ferranti como *quickies*[15]. Se puede trazar un paralelo entre la *Input Routine* por un lado y el conjunto constituido por los programas embebidos, sistema básico de entrada-salida y Sistema Operativo de los equipos actuales por el otro. A la hora de reconstruir un entorno de ejecución completo que simule la máquina Mercury, la *Input*

Routine constituyen una pieza clave. Esta importancia se explica en virtud de la dependencia que tienen los programas desarrollados para la máquina de los servicios y utilidades ofrecidos por la propia *Input Routine*. Es cierto que conociendo la funcionalidad ofrecida por estos servicios y utilidades se podría desarrollar un nivel de emulación funcional. Sin embargo, contar con la *Input Routine* original permite por otra parte una recreación más realista del entorno y fundamentalmente constituye un elemento de prueba muy valioso a la hora de validar el funcionamiento del entorno de emulación de la máquina y sus periféricos. Volviendo a la cuestión del realismo en el entorno recreado, vamos a citar simplemente un ejemplo: una vez disponible el emulador de la máquina si no se cuenta con los programas de base, que incluyen la secuencia de arranque, estaríamos obligados a escribir algún tipo de asistente para la carga de programas de aplicación desde los dispositivos virtuales. En la Mercury, la *Input Routine* residía de forma permanente en los tambores magnéticos. Los tambores de la máquina que existió en el IC no han llegado hasta nuestros días, de manera que no es posible conocer su contenido y por ende no se cuenta con una copia de la *Input Routine* que existió en aquel entorno. Los tambores magnéticos utilizados en los años sesenta, raramente se han conservado enteros y no se conocen casos donde se haya podido rescatar la información almacenada. Se verá que es gracias a otra técnica de los años cincuenta y sesenta que hoy tenemos la posibilidad de reconstruir la *Input Routine* necesaria para nuestro proyecto. En aquellos años la codificación de programas se realizaba casi íntegramente en forma manuscrita, el código fuente original que contenía no solo las instrucciones sino también los comentarios y esquemas para el seguimiento del código está manuscrito y en consecuencia el *medio* de almacenamiento es el papel. En el marco de este proyecto se localizó una copia original de dichos programas datada en Julio de 1957. Este ejemplar, probablemente único, está en manos de un coleccionista privado, profesor de la universidad de Edimburgo, que no solo facilitó los originales sino también los servicios prestados por la universidad para generar una copia en formato digital[16]. A partir de esta copia se pudo comenzar la tarea de transcripción manual a fines de obtener archivos digitales. Luego se desarrolló un ensamblador cruzado que permitió la generación del código binario que finalmente fue almacenado en los tambores magnéticos virtuales del emulador.

COMIC

Como ya se anticipó en este mismo trabajo, el lenguaje y compilador COMIC fue desarrollado durante los años 1965 y 1966, pero no se tiene constancia de hasta cuando se siguió utilizando o que cantidad exacta de programas de aplicación se desarrollaron con este lenguaje. Sin embargo podemos inferir de acuerdo a los testimonios de uno de sus autores [6] que la fecha en que dejó de utilizarse coincide con la de los sucesos conocidos luego como la Noche de los Bastones Largos [3, 4]. Sabemos que la máquina Mercury continuó en servicio hasta el año 1970 [155], pero con los elementos disponibles podemos concluir que es altamente probable que se dejara de utilizar el COMIC luego del exilio de sus creadores. Menores son aún las posibilidades de que se hayan practicado modificaciones al mismo lenguaje y compilador. En síntesis, estamos frente a un programa de computación que debido a las circunstancias propias del medio donde fue creado, quedó por decirlo de alguna manera bien gráfica, suspendido en el tiempo. Wilfred Durán, a quien podemos considerar sin dudarlo como al padre del COMIC, tal vez anticipando las consecuencias del proceso político que se estaba dando en el país, realizó una copia del mismo el día 2 de Mayo de 1966. Cuando realizó esta copia de seguridad lo hizo descontando que dicho proceso, que lo

alejaba del desarrollo del COMIC, llegaría a su fin en algún momento y entonces podría retomar el trabajo. Si bien el proceso llegó efectivamente a su fin, para ese momento la tecnología había cambiado y la continuidad del COMIC tenía poco sentido práctico. Durán conservó en su poder la cinta de papel perforado que contiene la copia maestra del COMIC hasta el mes de Mayo del año 2011. Hoy, continuar trabajando sobre el COMIC vuelve a tener sentido, obviamente sin perseguir utilidad práctica alguna sino atendiendo al alto valor histórico que podemos otorgarle como objeto de estudio sobre las técnicas utilizadas en el IC en aquellos años.

En los años sesenta la cinta de papel perforado constituía, junto con las tarjetas perforadas, uno de los medios más comunes para almacenar información. Vamos a resumir algunas de las características de esta tecnología que tienen relevancia a la hora de recuperar la información almacenada. La cinta de papel es un medio que podemos incluir en la clase WORM[17], la información se almacena realizando perforaciones en el papel, de manera que los cambios realizados son permanentes. Es importante destacar que no se trata exactamente de un medio de una sola escritura, existen dos técnicas para la corrección de errores y la realización de modificaciones en la información almacenada en cinta de papel. La primera consiste en la convención de utilizar como carácter de borrado aquel cuya representación consista solo de perforaciones[18]. La otra técnica es la que dio el nombre a las operaciones para edición de texto conocidas como *Cortar y Pegar*, claro que el trabajo era bastante más laborioso que en la actualidad donde se utiliza simplemente una combinación de teclas. Se trata de un trabajo más artesanal que consiste literalmente en cortar la cinta de papel y empalmar, utilizando cinta adhesiva, nuevos tramos a fines de lograr las modificaciones deseadas. Analizar estas posibilidades de edición artesanal nos obliga a repasar otra de las características de la cinta de papel, su densidad. La densidad de la cinta de papel comparada con los medios magnéticos (incluidos los disponibles en los años sesenta) es baja, de hecho se requieren aproximadamente unos setenta centímetros lineales de papel para almacenar 256 caracteres. Algunos de los atributos expuestos motivaron la migración hacia otro tipo de medios de almacenamiento, fundamentalmente medios magnéticos. Notablemente son estos mismos los atributos que le confieren una clara ventaja cuando intentamos preservar los programas y datos almacenados. La baja densidad permite la lectura de la información por simple inspección visual y la larga vida útil del papel, no susceptible a campos magnéticos, cuando está bien conservado[19].

Aun contando con estas ventajas a la hora de leer la información en forma manual, no contamos hoy con dispositivos para hacerlo en forma automática. Durán en su trabajo [6], deja abierta la pregunta sobre la existencia de alguna lectora de cinta de papel perforado. Es difícil asegurar que al inicio de este proyecto de restauración no existiera alguna lectora disponible. Es en cambio seguro que de existir alguna lectora en funcionamiento no tiene una exposición tal que nos permitiera dar con ella. Esta situación motivo la construcción de una lectora de cinta de papel perforado experimental. Para esto se partió de un antiguo equipo de teletipo Siemens T1000[20] del que se extrajo el módulo de la unidad lectora de cinta de papel. Luego se realizó un análisis del circuito controlador de este módulo a fines de comprender su funcionamiento y permitir así su conexión a un equipo de computación actual. Dicha comunicación se logró conectando distintos puntos del circuito electrónico original donde se encuentran disponibles los datos obtenidos por la lectora óptica. Desde estos puntos se cableó hacia una placa convencional de Entradas Salidas digitales conectada a una computadora personal. Finalmente se anuló el avance

motorizado de la cinta a fines de evitar posibles atascos de papel, eliminando los riesgos a la hora de procesar una cinta de la que solo se dispone una copia[21].

Para completar el dispositivo lector de cintas se desarrolló un programa controlador que partiendo de las entradas digitales de la controladora, genera la información codificada que se almacena posteriormente en un archivo de datos. De manera que las perforaciones en el papel se convierten en señales digitales que son interpretadas por el programa controlador y convertidas en un archivo de datos cuyo contenido es una representación de los datos almacenados en la cinta de papel. El carácter experimental de la lectora construida podría arrojar dudas sobre la validez de los datos obtenidos, cuestión que obligó a buscar formas de garantizar la fidelidad de los mismos. En un principio se consideró que la validación de los datos leídos se obtendría realizando múltiples lecturas de la cinta a fines de tener distintos archivos de datos para someter a un proceso de comparación que posibilitara detectar errores. Luego se logró comprender el algoritmo de validación de datos (*checksum*) utilizado por la máquina original a la hora de generar la cinta. En la versión actual del programa controlador se implementó el mismo algoritmo de validación que consiste en el cálculo de la sumatoria módulo 1024, de los datos almacenados en cada tramo de la cinta. Haber implementado el mismo algoritmo en la nueva lectora, aun tratándose de un algoritmo falible[22] permite asegurar que los posibles errores se presentarían de idéntica forma en la máquina real. Para dar por terminada la tarea de transcodificación de la cinta se realizó una lectura adicional, en la que los datos obtenidos en ambas lecturas son idénticos.

RESULTADOS PRELIMINARES

Si bien el proyecto se encuentra en etapa de desarrollo y con distinto grado de avance en cada uno de sus frentes, se pueden presentar y evaluar algunos resultados.

Programas de Base

Luego de la transcripción del código fuente manuscrito hacia un archivo de texto y utilizando el ensamblador cruzado que ya hemos presentado, se generó la imagen binaria de los dos primeros sectores (0 y 1) del tambor magnético virtual. Si bien el nivel de transcripción a digital del manuscrito de la *Input Routine* presenta un mayor avance, por el momento solo fue necesario trabajar con los dos primeros sectores. Los resultados obtenidos permiten pensar que es posible reconstruir la totalidad de la *Input Routine* utilizando este método de trabajo.

Emulador

El emulador de la Mercury tiene implementadas más del 70% de las instrucciones máquina originales. En una primera etapa, que podemos definir como de factibilidad técnica, se trabajó implementando algunas instrucciones representativas de cada clase (lógicas, aritméticas, de salto, b-modificables, de punto flotante, de entrada salida, etc.) se desarrollaron para esta primera instancia pequeños programas que permitieron verificar el funcionamiento de la *arquitectura* del emulador. Concluida esta instancia el orden en la implementación de las instrucciones siguió la necesidad marcada por los programas disponibles, fundamentalmente los primeros sectores de la *Input Routine* y la secuencia de arranque del COMIC.

Aún con el emulador en etapa de desarrollo, la primera facilidad prestada por la *Input Routine* que se ejecutó con éxito, fue la que brinda soporte al procedimiento conocido como *Tele-output*. Este procedimiento permite obtener una copia en cinta de papel del contenido de los tambores magnéticos[23]. Como resultado se obtuvo en el archivo que hace las veces de cinta de papel de salida, una imagen del contenido de los tambores magnéticos que inicialmente tenían información solo en los sectores cero y uno. Esta imagen se analizó a fines de validar su correcto formato, identificando las metainstrucciones y datos de *checksum* agregados por la *Input Routine*.

COMIC

Utilizando el lector de cinta de papel experimental construido en el seno de este proyecto, se obtuvo una copia en formato digital de la cinta del COMIC. La lectura de la cinta demandó un gran cuidado ya que, como anticipamos, el sistema de arrastre de la lectora utilizada se desactivó a fines de proteger a la cinta frente a eventuales fallas mecánicas. El programa controlador de la lectora experimental validó el *checksum* de los 176 tramos o bloques de cinta que contienen al COMIC. Se documentó durante este mismo proceso los tramos de cinta agregados. Esto fue posible dado que la cinta casi en su totalidad es de papel color azul[24] sin embargo existen dos zonas donde aparece cinta de color rojo, tramos que fueron agregados con cinta adhesiva. Disponer de la información sobre el color de los distintos tramos es importante a la hora de estudiar su contenido. El archivo digital generado contiene como metadatos la información sobre el color de cada tramo, preservando así un detalle que de otra manera se perdería.

Primer arranque del ecosistema

Para facilitar la lectura, en las descripciones que siguen haremos referencia a los distintos dispositivos de la máquina por sus nombres, sin indicar en cada caso que siempre se trata de sus representaciones virtuales. Se dispuso el contenido de los tambores magnéticos de la Mercury para que solo contuvieran los sectores de arranque de la *Input Routine*[25]. Se alimentó la unidad lectora de cinta con una copia del COMIC. En la consola de operación se seleccionó la secuencia de arranque correspondiente al proceso *Tele-input*[26] y luego se dio inicio a la secuencia[27]. En pocos segundos[28] la máquina se detuvo emitiendo la señal sonora que indica el final de la carga. Concluida la carga, se realizó la verificación del contenido de los tambores magnéticos y de la bitácora de actividad del emulador. Con esta información se pudo establecer en que sectores de los tambores magnéticos reside el COMIC al finalizar la carga. Este análisis mostró que la información de la cinta se almacena en distintas áreas de los tambores magnéticos ya que los sectores no son contiguos[29]. El análisis de las distintas áreas permite confirmar que la máquina del IC tenía en el momento de realizada la copia cuatro tambores magnéticos, ya que en la distribución de sectores existe un grupo que se aloja más allá del sector 512 que en la configuración de dos tambores oficia como barrera. Un hallazgo importante tiene que ver con la *Input Routine*. El proceso de carga del COMIC funcionó correctamente hasta donde se pudo analizar, leyendo la totalidad de la cinta, grabando y verificando la información en los tambores magnéticos y emitiendo la señal audible que indica el final de la fase de carga. Luego, durante el estudio del archivo de bitácora del emulador se presentó un hecho curioso: los primeros bloques leídos desde la cinta, fueron grabados por la *Input Routine* en los sectores cero y uno de los

tambores magnéticos. Una vez finalizada la carga se verificó que el contenido de los sectores era el mismo que al inicio del proceso. Este simple hecho nos permite asegurar que los dos primeros bloques de la cinta no contienen una parte del COMIC, sino una parte de la *Input Routine* de la máquina del IC y esto nos permite confirmar que los sectores de arranque del entorno emulado coinciden con los de la máquina real aún sin contar con una prueba física del contenido ya que, como se adelantó, los tambores no llegaron hasta nuestros días. Es probable que en la misma cinta se logren identificar otras partes de la *Input Routine* u otros programas que en el momento de generada la copia residían en los tambores magnéticos. Se espera que el estudio detallado del código del COMIC permita establecerlo con mayor precisión. Por otra parte, y en menor grado ya que son solo dos sectores, se pudo confirmar que el sistema de representación binario para instrucciones y datos[30] de la máquina real, coincide con la interpretación que se hizo de la documentación disponible y a partir de la cual se desarrollaron el emulador y las utilidades de soporte empleadas en este proyecto de preservación. Una vez cargado en la máquina el COMIC, se pudo comenzar el estudio de las distintas opciones o secuencias de arranque del compilador, secuencias que no se encuentran documentadas en el manual [10]. Al momento se logró documentar las denominadas en el lenguaje de la máquina *Start Clear* y *Start No Clear*. La primera ejecutó una secuencia de instrucciones que inicializaron la memoria de trabajo antes de pasar a leer la cinta de entrada. Finalmente se elaboró un pequeño programa en lenguaje COMIC y se generó una cinta con su contenido. El compilador al concluir la etapa de inicialización de memoria de trabajo, entró en una fase que podemos denominar como carga del código fuente. En consecuencia, se pudo observar cómo se procesó la cinta de entrada y se dispuso el contenido del programa fuente en distintas zonas de memoria de la máquina. Actualmente se está estudiando esta etapa que se puede entender como la primera fase en el trabajo de compilación.

CONCLUSIONES Y PRÓXIMOS PASOS

El propio método de trabajo seguido en este proyecto, consistente en la construcción de un *ecosistema* donde ejecutar antiguos programas de computación, sin duda se ha enriquecido con esta primera puesta en práctica. De forma que las mismas tareas realizadas en la práctica y requeridas por el proyecto de preservación del COMIC contribuyeron a poner de manifiesto las distintas técnicas y herramientas postuladas en el método descripto.

Desde el punto de vista técnico, nos encontramos en un punto donde la factibilidad está probada, situación que habilita el desarrollo completo del emulador y sus herramientas de soporte a fines de producir las primeras versiones para distribución.

La etapa denominada Adquirir Experiencia, podrá comenzar en tanto se cuente con la posibilidad de distribuir el emulador junto con los programas de base (*Input Routine*) y el mismo COMIC. Es esta última sin duda la etapa más interesante del proyecto, ya que es donde se esperan las mayores contribuciones tanto de las personas que han trabajado en el IC como de otras que interesadas por las cuestiones históricas y técnicas se quieran involucrar de forma directa trabajando en el entorno recreado. Esta es una de las formas en las que se espera que el *ecosistema* inicial, el de carácter técnico, de paso a uno más amplio que permita nuevos estudios o investigaciones.

Disponer del *ecosistema* técnico materializado en el entorno de emulación que incluye los programas preservados, habilita futuros estudios sobre cuestiones de índole no solo técnica sino también del entorno de trabajo. Algunos de los protagonistas podrían

volver a tomar contacto con un entorno de trabajo que ya no existe en forma física. En forma paralela, los interesados en comprender en detalle las soluciones ideadas en el IC en los años sesenta, podrían hacerlo utilizando una máquina de idénticas características lógicas capaz de ejecutar los programas originales. Este hecho le confiere al análisis una perspectiva de privilegio sobre el análisis estático que como vimos sería producto de la lectura de programas y documentación. Tratar de dar respuesta a los interrogantes que se planteaban en el *IC* entre los años 1960 al 1966, hacerlo desde la actualidad, es un ejercicio que permite una mayor compresión del *ecosistema ampliado* que constituyó el Instituto de Cálculo.

Como anticipamos este es un proyecto, que si bien ha dado sus primeros frutos, se encuentra en un estado de evolución inicial. Está previsto en próximas etapas: el desarrollo y publicación de la versión inicial del emulador y su conjunto de herramientas de soporte, la publicación de la documentación y programas preservados, la elaboración de nueva documentación para facilitar el trabajo de quienes se quieran iniciarse en estas tecnologías, el estudio del código binario del compilador y la investigación específica sobre el dispositivo de graficación (*plotter*) utilizado en el IC y para el cual el COMIC brinda soporte.

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer a los organizadores de las Jornadas Sadosky[31] que fueron el disparador y fuente de motivación para este proyecto de preservación y estudio, a quienes fueron pioneros de la computación en la Argentina y que de distintas formas contribuyeron con sus testimonios y apoyo: Victoria Bajar, Cristina Zoltan, Liana Lew, Noemí García, Wilfred Durán, Jonás Paiuk y Ernesto García Camarero. A otras personas que aun sin tener relación directa con el proyecto brindaron su ayuda: Jack Ponton por su trabajo para que se pudiera disponer del documento Anotatted Input Routine, a Ariel Palazessi y Ricardo García por su ayuda con el lector de cinta experimental. Particularmente a Raul Carnota quien alentó este proyecto desde el primer momento aportando su inestimable ayuda y estímulo.

NOTAS

[1] El código objeto o binario normalmente es generado en forma automática a partir de un proceso de compilación o ensamblado.

[2] Una importante cantidad de material relacionado con la máquina Mercury se encuentra en el MOSI (Museum of Science Industry). Uno de los más prestigiosos grupos de preservación de máquinas y programas de los primeros años de la computación electrónica lo constituye el Computer Conservation Society.

[3] El grado de relevancia de cada objeto tendrá correspondencia con el tipo de proyecto. En este caso se trata de la preservación de un programa de computación.

[4] El desarrollo del COMIC se ve interrumpido con el golpe de estado y la intervención militar al Instituto de Cálculo. Una crónica de los hechos se puede consultar en [3] y en [4].

[5] Para conocer sobre el Instituto de Cálculo (IC) se puede consultar [5] y [6]. Algunos ejemplares del Informativo del Instituto de cálculo están disponibles en el sitio web “El Granero Común” (elgranerocomun.net).

[6] La sección Sistemas de Programación se denominaba originalmente Sistemas. Con la decisión de desarrollar un nuevo lenguaje de programación cambia su nombre a Sistemas de Programación.

[7] El equipo estable lo completaban Cristina Zoltan y Clarisa D. Cortés a quienes se sumaron Liana S. Lew y Noemí García con dedicación parcial [6].

[8] Esta es la máquina con que contaba el Instituto de Cálculo.

[9] Los tipos de trabajos que se realizaban se pueden consultar en los boletines del IC.

[10] Los identificadores pueden tener entre 1 y 56 caracteres alfabéticos o los dígitos del intervalo [0-4], de los cuales los primeros 6 son significativos [10].

[11] Al no haber consenso en el término utilizado muchas veces se utilizan como sinónimos emulador y simulador. En nuestra opinión, el término *simulador* es más apropiado para definir el sistema que por el cual se simula algún aspecto de la realidad, tomemos por caso la simulación de un cambio climático y sus consecuencias. Por ese motivo el término *emulador* podría aplicarse con menos vaguedad a los procesos que recrean algún dispositivo del mundo físico, ofreciendo una versión virtual del mismo.

[12] De acuerdo a un resumen confeccionado en el año 2005 por el Computer Conservation Society sobre el documento The Ferranti Computer Department . An informal history (B. B. Swann, 1975), la firma Ferranti fabricó solamente 19 equipos del modelo Mercury.
[13] Una descripción detallada sobre la Input Routine se encuentra en [14].
[14] El programa ensamblador conocido como Assembler PIG-2.
[15] Las principales *quickies* resuelven el cálculo de funciones trascendentales y el proceso de formato para la salida de datos, una lista completa se encuentra en el manual del programador de la máquina [12].
[16] El trabajo de digitalización del citado documento original se realizó a pedido del autor con la ayuda del Centre for Research Collections en la Edimburgh University Library.
[17] WORM por sus siglas en ingles de Write Once, Read Many.
[18] En el caso de la cinta de 5 canales, se utiliza el caracter 31, cuya representación en binario es una secuencia de cinco dígitos uno, lo que se codifica como todas las posiciones perforadas.
[19] La cinta del COMIC con la que trabajamos se mantiene en perfecto estado de conservación desde hace 46 años.
[20] La unidad lectora utilizada pertenecía a un teletipo Siemens T1000 (fabricado entre los años 1976 y 1985). El equipo se encontraba en poder de un coleccionista particular residente de la localidad de bonaerense de Pehuajó.
[21] En rigor de verdad existen dos copias entregadas por Wilfred Durán a la FCEyN de la UBA, cantidad que no disminuye los cuidados necesarios para su tratamiento.
[22] Si bien es poco probable, se pueden dar combinaciones de datos tales que leídos en distinto orden al que fueron escritos generen idéntica sumatoria o checksum.
[23] El procedimiento Tele-output se invoca con la llave número 9 de la consola en posición encendido en el momento de lanzar el proceso Initial Transfer.
[24] Según testimonio de Durán, en el IC reservaban las cintas de color azul para los compiladores AUTOCODE y COMIC.
[25] Las funciones básicas para la lectura y escritura en los tambores magnéticos y la cinta de papel residen en los sectores 0 y 1.
[26] La secuencia Tele-input se indica vía la llave de consola número 2.
[27] El inicio se ordena mediante el pulsador Initial Transfer.
[28] El tiempo de proceso no está expresado de acuerdo al requerido por la máquina real. El emulador permite ajustar la escala de tiempo de la máquina y sus periféricos.
[29] Un mapa detallado se encuentra disponible en el sitio web del proyecto [17].
[30] Instrucciones y datos presentes en los primeros sectores de la Input Routine.
[31] Un resumen de las Jornadas Sadosky realizadas los días 12 y 13 de Mayo de 2011, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, se encuentra disponible en [16].

BIBLIOGRAFÍA

[1] I. P. Pérez and C. A. Monzalvo López (2011). Introducción a la arqueología informática. http://www.uaeh.edu.mx/nuestro_alumnado/icbi/articulos/introduccion_arq_inf.pdf (10 de agosto de 2012).
[2] Real Academia española (2001). Arqueología. En *Diccionario de la Lengua española*, 22 edición.
[3] F. Pigna and M. Seoane (2006). *La Noche de los Bastones Largos*. E. C. y Caretas, Ed. Fundación Octubre.
[4] E. D. de Guijarro (2008). 1966: La noche de los bastones largos. el final de una etapa, *La Ménsula* 6. digital.bl.fcen.uba.ar/Download/002_LaMensula/002_LaMensula_006.pdf (11 de agosto de 2012).
[5] M. Sadosky (1972). Cinco años del instituto de cálculo de la Universidad de Buenos Aires, *Ciencia Nueva* 19, www.cienciaanueva.com/documentos/CIENCIANUEVA19.pdf (9 de julio de 2012).
[6] W. O. Durán, C. Zoltan, L. Lew, C. Cortés y N. García (2009). COMIC: El primer lenguaje y compilador argentino, desarrollado en el Instituto de Cálculo en 1965. En: R. Carnota y J. Aguirre (comp.) *Historia de la Informatica en Latinoamerica y el Caribe:Investigaciones y testimonios*. Universidad Nacional de Rio Cuarto.
[7] D. E. Knuth and L. T. Pardo (2003). The Eearly Development of Programming Languages. En: D. Knuth (comp) *Selected Papers on Computer Languages*, pp. 417-493.. Center for the Study of Language and Information.
[8] R. A. Brooker (1958), The Autocode Programs Developed for the Manchester University Computers. *The Computer Journal* 1(1), pp. 15-21.
[9] R. A. Brooker (1958). Further Autocode Facilities for the Manchester (Mercury) Computer. *The Computer Journal* 1(3), pp. 124-127.
[10] W. Durán (1966). *Introduccion al lenguaje COMIC*. Instituto de Cálculo.

[11] T. Brooker (2012). Mercury and its autocode. *Computer Resurrection* 56, Winter 2011/20120. www.cs.man.ac.uk/CCS/res/res56.htm (25 de julio de 2012).
[12] Ferranti Limited Computer Department (1960). *Ferranti Mercury Computer Programmers' Handbook*. Ferranti Ltd..
[13] E. G. Camarero (1962). *Introduccion Al Sistema De Programacion Convencional Para La Computadora Mercury*. http://elgranerocomun.net/Introduccion-al-Sistema-de.html (10 de junio de 2012).
[14] J. A. Fotheringham y M. V. Roberts (1958). An Input Routine for the Ferranti Mercury Computer. *The Computer Journal* 1(3), pp. 128-131.
[15] R. Carnota y M. Pérez (2009). Continuidad formal y ruptura real: la segunda vida de Clementina. En: R. Carnota y J. Aguirre (comp.) *Historia de la Informatica en Latinoamerica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*. Universidad Nacional de Rio Cuarto.
[16] Departamento de Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA (2011). Celebración del cincuentenario de la puesta en funcionamiento de Clementina. http://www.dc.uba.ar/events/cincuenta (15 de junio de 2012).
[17] G. del Dago. (2012). Mercury 20. http://mercuryemulator.blogspot.com.ar (10 de mayo de 2012).

CAMINANDO POR LA COMPUTACIÓN CIENTÍFICA EN LA ARGENTINA, ALREDEDOR DEL AÑO SETENTA[*]

Jorge Aguirre[†]

Existe abundante literatura sobre las instituciones científicas argentinas durante el período 1957-1966 [1, 2, 3, 11, 22] y también sobre el período 1983-1989 [2, 3, 22]. Sin embargo no sucede lo mismo sobre el período 1966-1976, que permanece bajo las sombras. Este trabajo no pretende cubrirlo en su totalidad sino iluminar algunos aspectos de él, que mostrarán su brillo bajo el haz de la linterna de quién transita algunos de sus senderos. Por eso está escrito en primera persona, en pos de compartir la mirada deslumbrada de un recorrido personal. El desarrollo es sin duda testimonial, pero en él ha estado siempre presente la preocupación por el rigor histórico. Cada hecho ha sido contrastado con documentación, entrevistas a testigos y publicaciones preexistentes. El artículo comienza con una breve referencia a la Universidad previa a 1966 y su quiebre de la Noche de los Bastones Largos; luego describe la actividad de cálculo en un instituto geofísico, previa al uso de computadoras, se ven las singularidades de una pequeñísima computadora, la Programma 101 y la utilidad que de ella se obtuvo en dicho instituto. Luego se pasa a ver el surgimiento de un gran emprendimiento científico, la Comisión Nacional de Estudios Geo-HelioFísicos (CNEGH) y su centro piloto, el Observatorio Nacional de Física Cósmica (ONFC). Instituciones a las que se incorporan, bajo el mismo gobierno, muchos de los investigadores que emigraron en 1966. Se observan las características técnicas de la computadora IBM 1620 que llega al ONFC, que también resultan sorprendentes en la actualidad y la formación en torno a ella de un grupo de desarrollo de software de base y sus realizaciones. Finalmente cuando el grupo está consolidado, se observa su desintegración, a la par que la de toda la CNEGH, bajo la influencia de una nueva y sangrienta dictadura.

CONTEXTO HISTÓRICO Y PERSONAL PREVIO

Entre 1955 y 1966 las universidades argentinas vivieron un proceso de importante desarrollo[1]. En 1962 la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) instaló, en su Instituto de Cálculo (IC) la primera computadora académica argentina, una Mercury Ferranti, luego apodada Clementina[2]. En el IC se inició un pujante proceso de desarrollo de la Computación Científica liderado por el Dr. Manuel Sadosky.

[*] Trabajo realizado en el marco del proyecto SAMCA subsidiado por la SCyT de la UNRC y el MinCyT del Gobierno de Córdoba, Argentina.

[†] Departamento de Computación, Universidad Nacional de Río Cuarto, jaguirre@dc.exa.unrc.edu.ar

El 28 de junio de 1966 (día de la llamada *Noche de los Bastones Largos*) el mencionado proceso de desarrollo tuvo un abrupto corte en la UBA, que se extendió con distinta intensidad a otras universidades. Ese día, a un mes de haberse producido el golpe militar encabezado por el general Juan Carlos Onganía[3], las universidades fueron intervenidas y en la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA (FCEN) la policía golpeó a estudiantes y profesores[4]. Estos sucesos motivaron que muchos docentes concertaran sus renuncias y se produjera un recambio casi total de los integrantes del IC, que si bien siguió funcionando, sólo mantuvo las apariencias anteriores perdiendo su calidad [3, cap. 8].

En esa época yo era estudiante del Departamento de Matemática de esa Facultad y ayudante alumno del Curso de Ingreso. Durante la Noche de los Bastones Largos no estaba presente en la Facultad y recién me enteré de lo sucedido al día siguiente. Luego participé de la resistencia estudiantil. Pensábamos que debíamos mantener vivo el espíritu de resistencia, lo que suponía mantener activo el contacto entre los estudiantes, para lo cual, mientras la dictadura mantuvo cerrada la Facultad, se organizaban reuniones clandestinas en iglesias facilitadas por algunos sacerdotes católicos[5].

Cuando finalmente se abrió la primera Facultad de la UBA (la de Medicina) se realizaron actos de protesta por la intervención y en una de ellas fui detenido por la policía y condenado a 30 días de arresto[6]. Al recomenzar las clases en la FCEN, la vida en ella había cambiado drásticamente, la policía controlaba entradas y pasillos, no se podían hacer reuniones y faltaban muchos de los mejores profesores, particularmente en el IC que estaba prácticamente vacío de docentes formados e investigadores. En cambio el Departamento de Matemática no fue seriamente afectado; pienso que en gran medida debido a que la mayoría de sus más destacados profesores habían emigrado de Europa con motivo de las guerras que la asolaron del 36 al 45 y ya no podían abandonar el lugar, que penosamente habían transformado en su nueva casa. Debido a esta circunstancia mis estudios no se vieron mayormente afectados, aunque también habrán carecido del atractivo de la proximidad del viejo y prestigiado IC. Lo cierto es que la Computación no atrajo mi atención como alumno, pese a que tomé un seminario de cálculo numérico y realicé algunos programas escritos en Autocode[7] para Clementina.

En 1968, año en que egresé de la universidad, trabajaba en el Instituto de Geofísica del Servicio Meteorológico Nacional, cuyo Director era el profesor Roberto P. J. Hernández, de quien había sido alumno en la FCEN en algunos cursos. Allí me ocupaba de la realización y supervisión de los cálculos numéricos que se realizaban, aplicados al Geomagnetismo y la Sismología. El cálculo se hacía utilizando viejas herramientas: sumadoras mecánicas, reglas de cálculo –de las cuales el instituto tenía una con escala de dos metros– y tablas de logaritmos. Cuando se adquirió una calculadora electromecánica Facit, esto significó un gran alivio para los esforzados calculistas, ya que sumaba, multiplicaba y dividía automáticamente[8] y ¡hasta *sacaba* raíces cuadradas!

Un día Hernández recibió de la empresa Olivetti el ofrecimiento en préstamo de una computadora de mesa –hoy diríamos calculadora programable–, se trataba de una Olivetti Programma 101. Él nos comisionó a dos jóvenes físicos del Instituto y a mí para ir a verla y darle elementos para decidir sobre el tema.

Como he comentado, aún no había sentido particular interés por la computación. Sin embargo, aquella mañana observé con gran atención las explicaciones del presentador sobre cómo se programaba esa máquina y la demostración de varios ejemplos; luego fuimos invitados a usarla. Hicimos algunos cálculos y a continuación, mirando los programas que había hecho el presentador y haciéndole alguna pregunta, pude hacer un pequeño programa

que imprimía la secuencia de los cuadrados correspondientes a los primeros números enteros. No sé por qué, lo hice usando la propiedad de que cada cuadrado es la suma de los primeros números impares. Tuve la suerte de que el programa funcionara. A partir de ese momento se despertó en mí, un interés compulsivo por la computación. Años después, al leer la biografía de von Neumman, me sorprendió la eficacia con que él pintaba su vivencia de un proceso similar –naturalmente, de enorme trascendencia, no meramente personal como el mío– diciendo: "Regresé siendo un hombre mejor y más impuro […] he desarrollado un interés *obsceno* por las técnicas de computación" [5, p. 36].

Aconsejamos aceptar el préstamo y a partir de que contamos con la nueva máquina trabajé con verdadera pasión durante extendidas jornadas, estudiando y aplicando lo que aprendía a automatizar tareas del instituto. Cómo sería mi interés, que para tener acceso a la Programma, hasta iba al instituto a la madrugada, contrariando el acendrado perfil de búho que por entonces me caracterizaba. Naturalmente, tareas de horas se reducían a minutos, hecho que la novedad de la herramienta tornaba sorprendente y me prestigiaba inmerecidamente.

A continuación mostraré las características de la Programma 101 y lo que ellas imponían a su uso y programación. Más adelante hablaré del compilador que para ella realizamos posteriormente.

Breve presentación de la Olivetti Programma 101.

Este resumen se basa en el Manual de Referencia editado por Olivetti, documento que era difícil de conseguir hace algún tiempo, pero que ahora está disponible en la página del Old Calculator Museum [6].

La Olivetti Programma 101, cuyo aspecto puede verse en la Figura 1, tiene las siguientes características:

a. Puede albergar sólo valores numéricos.

b. Consta de:

   1. un pequeño impresor numérico,
   2. un teclado numérico,
   3. dos teclados de letras y funciones, que orlan al teclado numérico,
   4. una rueda determinante de la cantidad de cifras decimales y
   5. una lectora grabadora de tarjetas magnéticas.

c. Tiene arquitectura de acumulador[9].

d. Consta de tres registros operativos:

   1. A (el acumulador),
   2. M (donde ingresaban los datos introducidos desde el teclado y alberga valores intermedios durante operaciones aritméticas).
   3. R (también usado durante algunas operaciones, que contiene el resto al terminar una división).

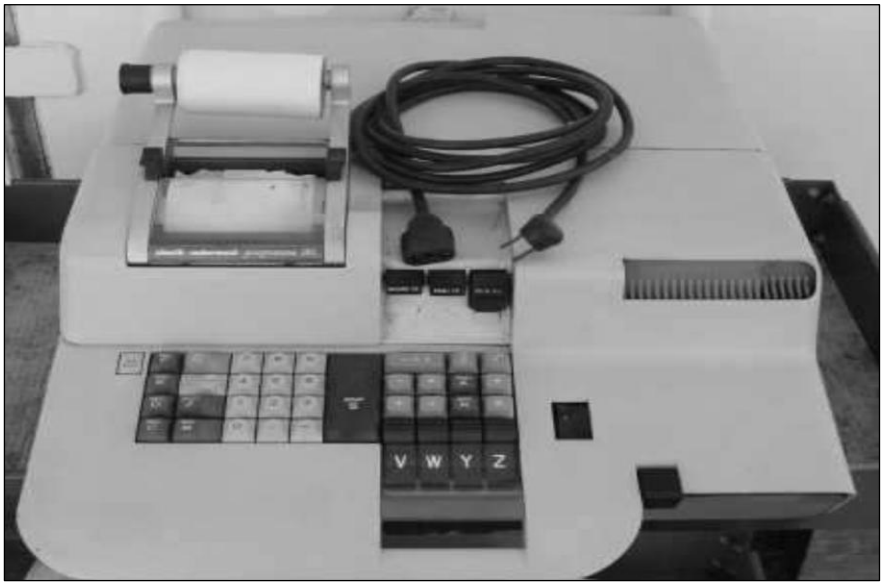

Figura 1. Vista exterior de la Olivetti Programma 101. Imagen perteneciente a Old Calculator Museum.

e. La memoria está compuesta por 7 registros de 24 dígitos y/o instrucciones.

1. 2 destinados exclusivamente a instrucciones (48 en total), que no pueden ser referenciados.
2. 3 que pueden albergar un número de 22 dígitos o 24 instrucciones. A estos registros se hace referencia mediante las letras F, D y E^{10}.
3. 2 destinados exclusivamente a valores numéricos, que pueden albergar números de 22 dígitos, cuyas referencias son B y C.

Figura 2. Vista lateral de la Olivetti Programma 101. Imagen perteneciente a Old Calculator Museum.

f. Cada uno de los registros B, C, D y E pueden ser divididos en dos, a los que se puede hacer referencia mediante B/ y B, C/ y C, etc. En tal caso cada una de las partes pude contener hasta 11 dígitos[11].

Figura 3. Vista lateral de las placas (con interleaving) Olivetti Programma 101. Imagen perteneciente a Old Calculator Museum.

g. Cuenta con un impresor numérico que también permite imprimir las letras y símbolos presentes en sus teclados.

h. Posee una lectora grabadora de tarjetas magnéticas. En una tarjeta se graban (o leen) sólo los registros que pueden albergar instrucciones: D, E y F y los destinados exclusivamente a ellas. Esto permite una rudimentaria segmentación, en la que los segmentos comparten los datos almacenados en los registros B y C (o sus cuatro mitades) mientras se cambian los segmentos de código de programa y los otros datos, leyendo las respectivas tarjetas.

i. Trabaja con números enteros o racionales (denominados usualmente reales en lenguajes de programación) que corresponden al actual tipo de datos de punto fijo o *fixed point data type*, como los de COBOL y PL1, declarados usando:

   ```
   X PICTURE 999V99
   ```

   Esta declaración define un campo, cuya longitud es la cantidad total de 9s mientras que la de la segunda secuencia de 9s indica su cantidad de cifras decimales[12]. En este caso un campo con tres dígitos enteros y dos decimales.

j. Provee las operaciones aritméticas de suma, resta, multiplicación, división, raíz cuadrada y valor absoluto, saltos incondicionados, saltos condicionados según el valor del acumulador A: saltar por A>0 y saltar por A=0. Estas operaciones se especifican usando las teclas de función mostradas en la Figura 1.

Como se ve, la Programma 101 es una máquina pequeñísima y con un conjunto de instrucciones no muy amigable, tampoco es Turing completa ya que no permite indexaciones y la referencia a cualquier valor debe hacerse explícitamente por su nombre,

elegido dentro de un conjunto finito de rótulos (sólo 15). Tampoco puede soportar expansiones, por la misma razón.

Sin embargo, con ella se resolvían una gran variedad de problemas, muchas veces subdividiéndolos en etapas (mediante el uso de tarjetas magnética) y a veces con gran trabajo de operación.

En el manual citado se muestra un programa que ajusta por cuadrados mínimos a la función parabólica: $y = a\ x^b$ para una secuencia de pares (x, y). Programa que ha debido dividirse en tres segmentos, que se soportan en tres tarjetas. Estas se cargan y ejecutan sucesivamente transmitiéndose los resultados intermedios mediante los registros B, C (o sus mitades) y también mediante los registros operativos (A, M y R).

Es de hacer notar que esta máquina no soporta funciones circulares ni de ningún otro tipo (excepto la raíz cuadrada que ya mencioné), así que para resolver cualquier problema en el que sea necesaria una función, ella deberá codificarse dentro de su programa. Codificación que, por otra parte, deberá ser muy breve para que el programa total quepa en las (a lo sumo) 120 instrucciones de la computadora.

Introduciendo la computación en el Instituto de Geofísica

Construir una biblioteca adecuada para los cálculos del Instituto fue pues uno de mis primeros esfuerzos. Poco después encontré textos sobre el tema, con un rico despliegue de algoritmos para el cálculo de funciones, especialmente pensados para esta computadora, entre ellos algunos que permitían programas brevísimos usando fracciones continuas[13]. Casi todos estos algoritmos no estaban comprendidos entre los métodos clásicos de C. Hastings [8] y M. Abramovitz [9], en que se basan la mayoría de los algoritmos con que los lenguajes de programación implementan sus funciones, ya que ellos conducen a programas que superan la capacidad de memoria de la Programma 101.

Más adelante relataré la construcción de de un compilador cruzado (*cross compiler*) para un subconjunto del lenguaje FORTRAN (sublenguaje al que llamamos FORPRO) que producía programas para la Programma 101[14], trabajo que fue realizado cuando ya trabajaba en otra institución.

Una vez satisfechos los requerimientos más urgentes de automatización del Instituto de Geofísica, comencé a estudiar otros lenguajes y técnicas de programación. El Prof. Hernández me invitó a trabajar en la universidad privada Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas (CAECE) y allí, mientras dictaba un primer curso de Matemática, tomé contacto con el lenguaje APL, desarrollado por K. Iverson [12]. El CAECE había recibido una terminal, que ofrecía APL, del primer servicio de tiempo compartido implementado en Argentina. Este era brindado por la empresa Bull y se implementaba mediante un MODEM de acoplamiento acústico y una máquina de escribir eléctrica, vinculada con él. Para iniciar una sesión había que llamar por teléfono y al oír el zumbido del protocolo de conexión, apoyar el tubo telefónico sobre un dispositivo de interface y esperar que la máquina de escribir imprimiera un mensaje avisando que ya estaba lista para ejecutar un comando. APL era un intérprete y a partir de allí se podía comenzar a trabajar con él.

Con ese intérprete pude ejecutar mis primeros programas escritos en un lenguaje de programación.

A mediados de 1969 el Ing. Manuel Augusto Greco me ofreció trabajo en un observatorio que la Compañía de Jesús poseía en la localidad de San Miguel a unos 30 km de la Ciudad de Buenos Aires. Dicho observatorio iba a pasar a depender de una comisión

nacional que estaba por constituirse. Allí se iba a recibir, por donación de una universidad estadounidense, una computadora IBM 1620 y yo debería encargarme de ella. La mejora laboral de la oferta, la atracción de trabajar con una *verdadera* computadora y la intrepidez de mis pocos años, me hicieron aceptar con gran entusiasmo.

EL OBSERVATORIO DE SAN MIGUEL

A mi llegada, el Observatorio, perteneciente a la orden jesuítica, se encontraba todavía casi desierto; estaba situado dentro de un gran predio próximo a la ciudad de San Miguel ocupando la parte nordeste de él (con la Ruta 22 en su frente Este). En la parte sudeste se encontraba el gran edificio de un seminario y Universidad de Teología, llamado Colegio Máximo y a los fondos de ambos, quintas y un cementerio. El Observatorio contaba con tres grandes pabellones de dos pisos y un edificio en torre que contenía un espectro-heliógrafo, instrumento de gran porte y costo usado para estudiar la activad solar.
También hacia los fondos había una modesta cúpula con un telescopio. En el Colegio Máximo, en cambio, residían muchos sacerdotes y seminaristas. La razón de la existencia de esta infraestructura desmesurada para su población se debía a otra época de grandeza de la institución, construida en situaciones similares a la nueva bonanza que se avecinaba[15].

En ese momento el Observatorio albergaba a un pequeño grupo de investigadores y técnicos, pero se estaba gestando su integración a la Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos (CNEGH) y su expansión como su centro piloto, lo cual se concretaría a comienzos del año siguiente (1970), de lo cual hablaré más adelante.

A mi arribo, la IBM 1620 ya estaba instalada en una sala de uno de los pabellones. En vista a aprender a usarla, comenzamos a trabajar con el Ing. Ignacio Ferreira, que no tenía ninguna experiencia previa en computación, estudiando sus manuales y haciendo las primeras pruebas.

Breve descripción de la IBM 1620

La computadora del Observatorio sólo tenía como periféricos una perforadora y lectora de cinta de papel y una máquina de escribir eléctrica (que servía de consola de comando e impresora[16]). Su CPU tenía un panel frontal con luces indicadoras, llaves y selectores. Estos elementos permitían visualizar sus registros y cargar valores en ellos. La 1620 era una máquina decimal. Cada dígito tenía 6 bits: cuatro (numéricos) permitían albergar las representaciones en BCD de los diez dígitos decimales (0 al 9), el quinto bit era la marca de fin de campo o de palabra (Flag bit), ya que la palabra era de longitud variable. El sexto era el bit de paridad (Check bit) usado para detectar fallas (debe ser 1 si la cantidad de unos de los otros bits es par y 0 en el otro caso). El Check bit no tiene representación gráfica, mientras que la configuración de los cuatro bits numéricos se representan con la cifra decimal correspondiente a su valor binario y la presencia del Flag bit, escribiendo una línea sobre el dígito, pero por problemas tipográficos aquí representaremos la presencia de ese bit subrayando al dígito correspondiente.

La memoria de una IBM 1620 básica era de 10.000 dígitos, mientras que la del Observatorio tenía un módulo adicional, contando con 20.000 dígitos.

Para dar una idea de su capacidad, comparable con las actuales medidas: la memoria podía contener a lo sumo 1.666 instrucciones (1,6 K instrucciones).

Daré tres ejemplos para aclarar cómo se configura un dígito:

```
Número de bit 012345                012345                012345
Valor del bit 101010 representa a 3 100101 representa 9 y 000100 a 8
```

El formato de las instrucciones es de dos operandos:

```
código operando-destino operando-fuente
```

La dirección de un campo es la de su último dígito. Un campo (o palabra) se extiende en la memoria, de derecha a izquierda a desde su dirección (dígito más a la derecha) hasta encontrar la primera marca de fin de campo.

Si un campo tiene marca de fin de campo en 1 en su último dígito (el de su dirección) significa que su valor es negativo, mientras que si se trata de una dirección, ello significa que es indirecta, así:

```
Si la dirección 01000 contiene el campo 00200
y  la dirección 00200 contiene el campo 00063
1000 apunta al campo 00200 mientras que 1000 apunta al campo 00063
```

El orden de los dígitos es cíclico. Así, en una memoria de 20.000 dígitos el anterior al de dirección 00000 es el de dirección 19999.

La instrucción mover un campo a otro MOV A, B (mover el contenido de B a la dirección A) tiene código 26 y la mover en modo inmediato MOVI A, B (mover el valor B a A) tiene código 16.

Por lo tanto, si la instrucción 16 00010 00000 comienza en la dirección 0, el último dígito del segundo operando tendrá dirección 11. Luego, al ejecutarse, el 0 de la posición 11 se moverá a la 10, luego el mismo 0, ahora en la 10, se moverá a la 9 y así sucesivamente, hasta sobrescribir el 0 sin detectar el fin del campo. Así continuará hasta que llegue a la dirección 0, de allí lo hará a la dirección 19999[17] y continuará dando vueltas por toda la memoria indefinidamente, hasta que se detenga el proceso forzadamente.

Obsérvese lo peligroso de esta situación: ¡una sola instrucción puede generar un ciclo infinito y alterar todo el contenido de toda la memoria!, aunque ella parece estar bien formada. No obstante, el uso de esta técnica era exigido como paso previo a la lectura del compilador FORTRAN, para borrar la memoria completa; así el compilador podía aprovechar la precondición de que toda la memoria contenía ceros y reducir la tarea de inicialización de sus variables de trabajo.

La memoria de la IBM 1620 era de núcleos magnéticos. Trabajaba con una temperatura estabilizada por encima de la del ambiente; se exigía acondicionar el ambiente a 25 grados centígrados y la memoria se mantenía a una temperatura constante algo superior, mediante una resistencia. Si la temperatura salía de su rango, la computadora se detenía. Esto obligaba al encenderla a esperar el tiempo necesario para que entrara en calor antes de poder usarla. Generalmente, entre unos 20 y 40 minutos en días muy fríos.

Comentarios sobre la arquitectura de la IBM 1620

La IBM 1620 poseía de un compilador Fortran, un ensamblador (*assembler)*, el SPS (*Symbolic Programming System*) y sus configuraciones con discos, también de un monitor, embrionario sistema operativo *batch*. Sin embargo la arquitectura parecía pensada para facilitar su programación directa y que sus diseñadores descartaban que un operador pudiera usar otros sistemas de numeración que no fueran el decimal. Si no, no se puede comprender que, en una época en que la memoria era muy costosa, se desperdiciara tanta cantidad de bits, por aferrarse al sistema decimal. Obsérvese que con los cuatro bits numéricos de un dígito se logran 16 combinaciones distintas, pero de ellas se aprovechan sólo 10. Las experiencias posteriores demostrarían lo contrario; uno se acostumbraba a trabajar en binario, usando el sistema octal o el hexadecimal, sin mayores inconvenientes.

LA COMISIÓN NACIONAL DE ESTUDIOS GEO-HELIOFÍSICOS (CNEGH) Y SU OBSERVATORIO PILOTO, OBSERVATORIO NACIONAL DE FÍSICA CÓSMICA (ONFC)

En el año 1968 se creó la Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofisicos[18]. Su Presidente fue el Dr. Mariano Castex, sacerdote jesuita, médico e investigador vinculado al Colegio Máximo de San Miguel, que tenía acceso directo al presidente de facto Juan Carlos Onganía, como uno de sus asesores. Con respecto a la integración del Observatorio de San Miguel a la CNEGH, dice el Dr. Castex que cuando se lo propuso a Onganía, se interesó en el tema y que "de esta conversación surgió la idea de aprovechar la valiosa infraestructura, habilitando un importante centro de investigación multidisciplinario e intentar instalar allí algunos de los científicos alejados tras los sucesos universitarios de 1966" [19]. Esto parecería mostrar una intención reparadora sobre la fama de destructor de la ciencia adquirida por Onganía con la Noche de los Bastones Largos. Lo cierto es que al Observatorio se incorporaron renunciantes del '66, muchos de ellos regresando al país para ello y también es cierto que se incorporaron científicos y técnicos de toda la amplia gama de ideologías de la época, de la extrema izquierda a la derecha.

La nacionalización del Observatorio Nacional de Física Cósmica[20] (ONFC) aparejó su rápido crecimiento; en su publicación *Programa Científico y Cultural* [16] se describe su estructura original, formada por los siguientes departamentos científicos (a su denominación sigue el nombre de su jefe inicial): Radio Heliografía (Ing. Manuel A. Greco[21]), Óptica Solar (Lic. Hugo Grossi Gallegos), Radiación Solar (Lic. Rodolfo Fernandez), Geofísica (R.P. Carlos Esponda), Atmosféricos (Lic. Carlos Hofman), Biogeoheliofísica (Dr. Horacio Denari), Investigaciones Aplicadas (Ing. Eduardo Miller). Posteriormente se agregaron los departamentos de: Contaminación Ambiental (Lic. Nicolás Mazzeo), Energía Magneto Hidro Dinámica (Dr. Enrique Distéfano), Materiales Magnéticos (Dr. Carlos Abeledo), Energía Solar (Ing. Alfredo Rapallini) y Semiconductores (Dr. Iván Chambouleyron) y Matemática Aplicada (Ing. Pedro Zadunaisky).

La Computación dentro del Departamento de Investigaciones Aplicadas

A partir de la constitución del ONFCS quedé como jefe del Grupo de Computación, dependiente del Departamento de Investigaciones Aplicadas, al grupo se incorporaron como investigadores: Aurora Masip, Luciano Delice y Hernán González y como técnicos, Raúl Polti y Mauricio Strauchler.

Se estableció un contrato con la Facultad de Ingeniería de la UBA para poder utilizar su Centro de Cómputos, que disponía de una IBM 360 Modelo 40 con 256 kB, sistema operativo DOS, discos, cintas magnéticas y unidades de tarjetas perforadas. Esto permitía que se pudieran procesar allí aquellos programas que rebasaran a la IBM 1620. También se instaló una perforadora de tarjetas y otra de cinta de papel, para que pudieran usarlas los usuarios directamente.

El tiempo de los miembros del grupo se dividió entre la prestación de servicios, por un lado, y estudio y desarrollos propios del grupo, por otro. También comenzamos a recibir las publicaciones de la ACM y a formar una biblioteca. Más tarde yo asistí al primer curso de Lenguajes Formales del IC[22] de la UBA y lo retransmití a mis compañeros de grupo.

Nuestro primer desarrollo fue un programa de depuración (*debugging*) para la 1620, programa que por otra parte permitió terminar de conocer en detalle su arquitectura, ya que debía simularla. Este programa también nos permitió hacer lo que hoy llamaríamos ingeniería reversa y modificar al compilador para agregarle algunas funciones de uso frecuente (el Fortran que teníamos, anterior al Fortran II, no brindaba la facilidad de definir procedimientos, llamados subrutinas en la época, o funciones)[23] [21].

A este trabajo siguió un *cross compiler* de un subconjunto del Fortran, implementado sobre la 1620, para la Programma 101 (ya mencionada y con la que también contaba el Observatorio). Este primer compilador fue desarrollado en forma heurística, pues aún no dominábamos las técnicas de compilación existentes, e implementado en SPS [20]. El compilador funcionó bien, pese a nuestra ignorancia inicial, y fue liberado al uso del Observatorio y presentado como *Desarrollo de un compilador para una computadora de mesa* en las Primeras Jornadas Latino Americanas de Computación, organizadas en 1971 por la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) en Buenos Aires. Durante la realización de estos trabajos, nuestro grupo se convenció de la importancia que podía tener para el desarrollo de nuestro país el *know-how* de las técnicas de desarrollo de software de base y decidimos trabajar en el tema.

El Departamento de Matemática Aplicada

El mayo de 1971, el Ing. Pedro Zadunaisky[24] presentó a la CNEGH una nota solicitando su incorporación. El expediente me fue girado[25] para que opinara, lo apoyé enfáticamente y fue incorporado. Se creó el nuevo Departamento de Matemática Aplicada, bajo su dirección, del cual pasó a depender el grupo de computación, que se dividió en una parte conducida directamente de Zadunaisky y un *Grupo de desarrollo de software de base* a mi cargo e integrado además por Raúl Polti y Mauricio Strauchler.

Para evitar los 45 minutos promedio que requería la compilación de un programa FORTRAN en la 1620 (ya que el programa objeto debía perforarse y ser leído sobre cinta de papel) desarrollamos un intérprete BASIC para la IBM 1620. Este trabajo tenía la seria restricción impuesta por la escasa cantidad de memoria disponible, lo cual obligó a un cuidadoso estudio de representación de las estructuras usadas y a usar tres niveles de gramáticas: una gramática LL(1) para las sentencias, una sub-Gramática de Precedencia de Operadores para las expresiones y obviamente, una Gramática Regular para los componentes léxicos *(tokens)*. Estos niveles se correspondían con sendos módulos: el primero invocaba únicamente al segundo y éste, llamando al tercero, devolvía el componente léxico significante de *expresión* (y además la compilaba para obtener su valor) o retornaba un componente léxico simple. El trabajo fue presentado en 1974 en las Segundas

Jornadas Latino Americanas de Computación desarrolladas en Buenos Aires como *Implementación de un sistema conversacional* [19] y transferido a otros dos centros, usuarios de IBM 1620 (la Universidad Nacional de la Plata y el Instituto Geográfico Militar).

En 1973 se adquirió una computadora, que estuvo disponible el año siguiente. Era una Digital PDP 11/34 con 32 kB de memoria, 2 discos, lectora y perforadora de cinta de papel y lectora de tarjetas perforadas, esto significó para nosotros *entrar en la modernidad*, dado que su arquitectura básica tenía para mí la belleza clásica de un templo dórico: ocho registros manipulables igualitariamente, incluyendo al *Program Counter*, un sistema jerárquico de prioridades para los periféricos y una prioridad determinada por software para el proceso. El ensamblador (Macro-11) combinaba elegantemente todas las facilidades y brindaba poderosas facilidades de macro expansión.

El grupo ya había creado vínculos con otros interesados en el desarrollo de compiladores y otras herramientas de Software de Base. Esto atrajo como visitante al Dr. Gregorio Chaitin (actual investigador emérito del IBM Watson Research Center) y permitió contratar a: Daniel Messing (que se había doctorado en la Universidad de Essex en Inglaterra y tuvo importante participación en la calificación del grupo), Armando Haeberer (luego doctorado en la PUC de Río de Janeiro y funcionario de la Universidad de las Naciones Unidas), Eduardo Sontag (luego premio Bode y profesor de la Universidad de Rutgers) y Elisabetha Rossenfeld. En esa época recibimos una copia del lenguaje para desarrollo de herramientas de software (familia de lenguajes a los que se denomina SPL, *Systems Programming Languages)* STAB, realizado en la Universidad Escocesa de Strathclyde, para la PDP 11. Con él se implementó un compilador de BCPL (otro SPL) antecesor de C muy difundido en la época.

En 1975 FATE Electrónica[26] licitó el desarrollo de software para su línea de minicomputadoras *Serie MIL* y nuestro grupo resultó pre-adjudicatario de la implementación del compilador COBOL. Recibimos la noticia, rebosantes de alegría. Pero poco tiempo después en junio de 1975 una crisis económica (apodada *El Rodrigazo*[27]) resintió seriamente la económica nacional y más tarde FATE desactivó el proyecto [3, cap. 11].

El 24 de marzo de 1976 se produjo otro golpe militar, encabezado por el general Jorge Videla. Se inició la dictadura conocida como *El Proceso*. Ella iba a sumir a la Argentina en un sangriento y desquiciado período que acabaría luego de la Guerra de las Malvinas. Inmediatamente después del golpe el Observatorio fue intervenido y su personal raleado mediante la llamada Ley de Prescindibilidad[28]. Algunos miembros de nuestro grupo fueron cesanteados y a partir de este hecho él se fue desmembrando.

Tiempo después el Observatorio fue transferido a la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIE) y se convirtió en el Centro Espacial San Miguel.

EPÍLOGO Y UNA CONCLUSIÓN

Lo que habíamos aprendido en el grupo del Observatorio no cayó en saco roto. Luego de su disolución, con algunos compañeros constituimos la empresa *Softlab SRL*[29]*,* y luego *Infos S.A.* en las que desarrollamos compiladores y otros soportes de *software* para algunos emprendimientos industriales argentinos, que crecieron cuando las condiciones fueron favorables. También pudimos aplicar nuestra experiencia en el ámbito universitario. La nuestra no fue una excepción de reubicación de miembros de la CNEGH dentro nuestro país o de Latinoamérica. Entre otros casos puedo citar los siguientes: parte del Departamento de Energía Magneto Hidro Dinámica, liderada por Enrique Distéfano, fundó la empresa

Tecnología Buenos Aires (TBA) que innovó en el uso de plasma para soldadura, desarrollando y produciendo equipos de soldadura *plasma-jet* de alta precisión y que comercializó exitosamente. TBA también desarrolló íntegramente un robot para soldar (Tatú). Carlos Abeledo ocupó la presidencia del CONICET, Manuel Greco fue Director del Programa Nacional de Informática y Electrónica durante el gobierno de Raúl Alfonsín e Iván Chambouleyron fue Prorector de Investigaciones de la Universidad Federal de Campinas (Brasil).

Esta caminata ha transitado por construcciones científico-tecnológicas y luego por sus ocasos (el brillante período universitario de 1958 a 1966, finalizado con la Noche de los Bastones Largos; la construcción de la CNEGH y el ONFC iniciada en 1970 y su desmembramiento en 1976). Lamentablemente, este fenómeno pendular de la política científica argentina[30] se ha extendido a toda mi trayectoria, que luego pasaría por otros avances y retrocesos.

Si el progreso hubiera sido continuo, sin duda, hoy nuestra realidad nacional sería más venturosa. Pero pese a todo se ha avanzado. Cada paso adelante, aunque el siguiente haya sido un retroceso, ha permitido encarar mejor la construcción siguiente. Así, con dolor, pero también con esperanza, he ido consolidando la siguiente conclusión: los latinoamericanos no podemos cejar en el esfuerzo por construir los basamentos de nuestra independencia y desarrollo. Aunque que tengamos que volver a transitar el camino recorrido... después de todo, siempre se avanza mejor sobre suelo hollado.

NOTAS

[1] El tema está desarrollado por N. Babini en [2], por mí en el capítulo 1 de [3] y por los protagonistas más importantes en la compilación de Rotunno y Díaz de Guijarro [1].

[2] Detalles de su compra pueden verse el capítulos 1 y 5 de [3] y en [10] cómo se superó la reticencia de B. Housay, titular del CONICET, frente al desembolso de u$s 425.877.

[3] Estos hechos están desarrollados en el capítulo 1 de [3].

[4] Capítulo 1 de [3] y publicación especial de la revista Caras y Caretas [11].

[5] Existía un movimiento de sacerdotes católicos, conocidos como ¨del Tercer Mundo¨, quienes apoyaban a las tendencias emancipadoras de las políticas impuestas por los países imperialistas.

[6] La descripción del hecho se encentra en la nota periodística de la época [17]

[7] El Autocode ([4]) era una especie de *assembly* de alto nivel, brindaba facilidades para operar con vectores y matrices pero obligaba a tener en cuenta la particular arquitectura de la Mercury Ferranti y disponer la ubicación en ella de los objetos manipulados.

[8] Claro que como dividía por restas sucesivas, si uno intentaba dividir por cero, quedaba eternamente en el traqueteo de su imposible tarea.

[9] El acumulador es implícitamente el primer o el único operando de las operaciones aritméticas y las transferencias se realizan desde o hacia él.

[10] No existe el concepto de dirección *(address)*, como posición numérica, la razón se aclara cuando se tiene en cuenta que la memoria, en este caso, es circulante. Por tanto para acceder a un objeto se espera a encontrar su rótulo.

[11] Para utilizar un registro, por ejemplo el B, dividido en dos se debe hacer referencia primero a B/; con esto él queda partido (B referencia a una mitad y B/ a la otra) y para unificarlo debe ejecutarse la instrucción B* (luego B vuelve a referenciar a un registro completo).

[12] La descripción de este tipo de datos, en los lenguajes actuales, puede verse en el libro de T. W. Pratt, [7, p. 64].

[13] Las fracciones continuas, peden definirse recursivamente así: a + (1/b) es una fracción continua si a es un entero y b un entero o una fracción continua.

[14] El compilador corría en una IBM 1620 y fue realizado en el ONFCSM, usando una version de Fortran anterior al Fortran II.

[15] Durante el primer intervalo en que el general Juan Domingo Perón ocupó la Presidencia de la Nación, 1946 a 1955, otro sacerdote jesuita, el R. P. Juan A. Bussolini (director del Observatorio hasta su fallecimiento en 1967), tuvo gran influencia sobre el Presidente. Bussolini apoyó las investigaciones de Ronald Richter, científico austriaco refugiado en Argentina al terminar la segunda guerra mundial, quien sostenía que mediante cierta experiencia había logrado, la entonces anhelada, fusión nuclear. Para apoyar sus investigaciones se fundaron la DEA Dirección de Energía Atómica y el Centro Atómico de Bariloche que luego darían origen a la Comisión Nacional de Energía Atómica y al actual Instituto Balseiro (este período y la demostración dada por Balseiro del error de Richter están tratados en [13] y [14]). En ese momento, merced al apoyo de Bussoloni, se construyeron los referidos pabellones del Observatorio, como institución de apoyo a las investigaciones nucleares. En él se fabricaron entonces los primeros contadores Geiger argentinos, también se instaló una cámara de niebla y un acelerador de partículas, dando ocupación a numerosos técnicos e investigadores. Posteriormente esas actividades se interrumpieron y el Observatorio quedó casi desocupado. El Dr. Mariano Castex jugará en la época de la narración un rol similar al que Bussolini jugara en aquel entonces.

[16] Otras configuraciones de la IBM 1620 (como la de la Universidad Nacional de Tucumán), agregaban a ese equipamiento básico: lectora y perforadora de tarjetas, discos, impresora de línea y *plotter*.

[17] Suponiendo que la memoria total es de 20.000 dígitos (direcciones 0,1,…19.999), entonces en el orden cíclico de la memoria al último dígito de dirección 19999 sigue el primero de dirección 0.

[18] La CNEGH se constituyó por la ley 18480, como transformación de la Comisión Nacional del Año Internacional del Sol Quieto. Esta comisión había sido a su vez creada para realizar estudios solares en el año de mayor calma de su actividad (1964-1965) y canalizar los fondos internacionales disponibles para realizar observaciones y estudios en el hemisferio sur.

[19] En su libro *El Escorial de Onganía* [18].

[20] Por el decreto 233/1970 [16].

[21] El Ing. Manuel A. Greco también ocupaba el cargo de Director de Planificación y Transferencia de la CNEGH.

[22] Por esa época y por presión del alumnado el IC comenzó a modernizar su plan de estudios y contrato al Ing. Esteban Ditada que dictó el curso de Lenguajes Formales [3, p. 161] y más tarde a Luis Trab que dictó Compiladores, curso en que colaboré invitado por él.

[23] El Fortran II, que ya incluía esas facilidades sólo corría en máquinas con lectora y perforadora de tarjetas, de las que la nuestra carecía.

[24] Investigador de prestigio internacional, que había calculado efemérides de planetas y en la época de la *carrera espacial* las orbitas de tres satélites para la NASA.

[25] Nota del Director Interino de Planificación y Evaluación Mario Albornoz el 11/5/1971.

[26] FATE era una antigua empresa nacional con alta tecnología, que fundó FATE Electrónica y Aluar.

[27] Así llamado por C. Rodrigo, entonces, ministro de Economía de Isabel Perón.

[28] La Ley 21.274/76, dictada por *El Proceso*, y conocida como ley de *prescindibilidad* permitía dejar cesante (declarado prescindible) discrecionalmente a cualquier agente del Estado. Esta ley fue usada extensivamente para eliminar los empleados no bien vistos por la dictadura.

[29] Empresa sin vinculación con una homónima existente en la actualidad.

[30] Un estudio de casos de esta política pendular se presenta en [22].

BIBLIOGRAFÍA

[1] C. Rotunno y E. Díaz de Guijarro (comps) (2003). L*a construcción de lo posible. La Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966*. Libros del Zorzal, Buenos Aires.

[2] N. Babini (2003). *La Computadora en la Argentina. Crónica de una frustración*. Editorial Dunken, Buenos Aires.

[3] J. Aguirre y R. Carnota (comps.) (2009). *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*. Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto.

[4] R. A. Brooker, B. Richards, E. Berg y R. H. Kerr (1961). *Mercury Autocode Manual,* 2nd. Ed, Ferranti Ltd.

[5] W. Aspray (1993). *John von Neumann y los origenes de la Computación moderna*. Editorial Gedisa.

[6] Olivetti Canada Limited (1970). *Olivetti Programma 101 General Reference Manual*. http://www.oldcalculatormuseum.com/m-op101man.html (15 de enero de 2013).

[7] T. W. Pratt (1964). *Programming Languages, design and implementation*, 2nd edition. Prentice Hall Inc.

[8] C. Hastings (1955). *Approximations for Digital Computers*. Princeton University Press.

[9] M. Abramovitz y I. Stegun (1972). *Handbook of mathematical functions*. Dover Press.

[10] M. Cereijido (2000). *La nuca de Houssay.* Fondo de Cultura Económica, México.

[11] F. Pigna y M. Seoane (2006). *La Noche de los Bastones Largos*. Revista Caras y Caretas, Fundación Octubre, Buenos Aires.
[12] K. Iverson (1962). *A Programming Language*. John Willey and Sons.
[13] A. Dávalos A y N. Badino (1999). *J. A. Balseiro, crónica de una ilusión: Una historia de la física en la Argentina*. Fondo de Cultura Económica, Argentina.
[14] M. Mariscotti (2004). *El secreto atómico de Huemul*. Estudio Sigma SRL, Buenos Aires.
[15] International Business Machines Corporation (1963). *IBM 1620 FORTRAN (with FORMAT)*. IBM Systems Reference Library.
[16] Observatorio Nacional de Física Cósmica (1970). *Programa Científico y Cultural*. Imprenta del Observatorio Nacional de Física Cósmica, San Miguel.
[17] Diario La Razón (23 de agosto) (1966). *Hubo represión policial en la Zona Céntrica.*
[18] M. Castex (1981). *El Escorial de Onganía.* Editorial Hespérides, Buenos Aires.
[19] J. Aguirre, R. Pólit y M. Strauchler (1972). Desarrollo de un Sistema Conversacional. *Acta Scientifica* 31.
[20] J. Aguirre, R. Pólit , M. Strauchler y H. Gonzalez (1974). Desarrollo de un Compilador para una Computadora de Mesa. *Acta Scientifica* 40.
[21] J. Aguirre, M. Strauchler, R. Pólit, H. Gonzalez, L. Delise y A. Massip (1971). Modificación del Compilador FORTRAN 1620 y adición de subrutinas intrínsecas. *Acta Scientifica* 27.
[22] AA.VV. (2007). *Rupturas y Reconstrucción de la Ciencia Argentina*. MyNCIT y UNESCO, Buenos Aires.

CENTRO DE CÓMPUTOS DE LA U.N.R.C.
CASO TESTIGO EN UNA UNIVERSIDAD ARGENTINA

Guillermo A. Rojo*

El presente trabajo revisa los antecedentes y el contexto en que surgió el Centro de Cómputos de la Universidad Nacional de Río Cuarto, en particular los primeros equipos de los que dispuso, la organización que se dio así mismo y los desarrollos de software que se concretaron con esos equipos.

En la Argentina los trabajos que recogen los inicios de la computación hacen referencia principalmente al tipo de computadoras, a las instituciones y personas, tomando como momento cero en el campo académico el inicio del Instituto de Cálculo creado en la Facultad de Ciencias Exactas en la Universidad Nacional de Buenos Aires, organizado alrededor de la ya mítica *Clementina*. Esta computadora era una Mercury Ferranti fabricada en Inglaterra, que recibió ese nombre porque se podía modular la frecuencia de un pitido que tenía, y reproducía así la melodía de *Clementine*. Sobre este momento cero se han escrito numerosos artículos, algunos de los más importantes testimonios han sido divulgados en libros como: *La nuca de Houssay* [1], *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios* [2, 3] y *La Construcción de lo posible. La universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966* [4]. Posteriormente y de la mano de la creación de las carreras de computación o de informática, así como de la incorporación de la computadora en todos los ámbitos de la actividad humana: la educación, la administración, la producción de bienes manufacturados, etcétera, se produce un segundo momento el cuál ha sido documentado por medio de diversos trabajos que forman un conjunto heterogéneo, no adecuadamente compilado que ha llevado a la percepción de la existencia de un vacío de este tramo de la historia. Así, diversos documentos ilustran como se incorporaron equipos en la faz privada y en la pública, y cómo el mercado de computadoras se fue constituyendo. Pero en el ámbito de las universidades nacionales, el movimiento creciente del uso de la computación tuvo paralelismos notables, al principio se usaron mainframes para desarrollar y correr programas administrativos, luego se desarrollaron programas para la administración académica, a continuación aplicaciones en trabajos de investigación científica y paulatinamente se fue incorporando la utilización de Internet.

Este trabajo viene a dar cuenta de un caso testigo de ese momento, en una universidad nacional de la Argentina, que bien representa un caso paradigmático y que puede ilustrar cabalmente como fue ese segundo momento de la historia de la computación en nuestro país.

Este trabajo desarrolla el contexto en el cuál nace la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), la sitúa en comparación con otras universidades nacionales de mayor

* Departamento de Computación, F.C.E.F.yN., Universidad Nacional de Rio Cuarto, grojo@exa.unrc.edu.ar

antigüedad, luego establece una referencia a los equipos en que se apoya su centro de cómputos, cuáles son sus actividades iniciales, el hardware y software con que cuenta y que desarrolla. Se incorporan los testimonios de personas que trabajaron en ésa época y nos cuentan detalles de aquellos equipos y la posibles causas que motivaron su constante evolución hasta el presente.

ORIGEN DE LA U.N.R.C.

Cómo muchas instituciones a lo largo del tiempo, la Universidad Nacional de Río Cuarto, tuvo su origen no por causa de un solo hecho, sino por la concomitancia de diversas circunstancias que podríamos calificar de orden nacional y de orden local [5][1]. A fines de la década del '60 crecía la resistencia contra la dictadura de Onganía (entonces presidente de la Argentina, cargo que había asumido luego del derrocamiento del presidente elegido en elecciones abiertas, Arturo Umberto Illia), los estudiantes universitarios se encolumnaban tras los obreros de la fábricas, acompañando sus reclamos gremiales. Estos movimientos desembocaron en el Cordobazo. El 29 de mayo de 1969 se produjo en la ciudad de Córdoba, uno de los centros fabriles más importantes de la Argentina, un levantamiento popular encabezado por movimientos obreros a los que se unieron espontáneamente agrupaciones estudiantiles y vecinos, realizando en conjunto protestas callejeras que partiendo de los barrios periféricos confluyeron en el centro de la ciudad. Las protestas fueron repelidas por las fuerzas policiales pero éstas se vieron superadas por el número de ciudadanos que se habían volcado a las calles. El presidente de facto Juan Carlos Onganía debió recurrir al ejército para controlar la situación, no obstante, estas fuerzas rechazaron tomar más acciones represivas, lo que tiempo después provocó que la junta de Comandantes en Jefe lo depusieran del cargo, reemplazándolo por el general Roberto M. Levingston.

La sucesión de hechos acaecidos, impulsaron en los cuadros militares, la idea de hallar una política capaz de restar poder de concentración en los estudiantes universitarios de las grandes ciudades. Esta masa de estudiantes constituía una fuerza de oposición potencial a sus políticas de gobierno. Simultáneamente en 1968 el médico e investigador Alberto C. Taquini (hijo) había propuesto a fin de atenuar la excesiva concentración de alumnos en las pocas universidades nacionales existentes en esa época, la creación de nuevas universidades en el interior del país y en el área metropolitana del Gran Buenos Aires. Es así como el General Alejandro A. Lanusse (quién había destituido a Levingston), establece entre 1970 y 1973 la creación de 16 nuevas universidades nacionales (siendo la de Río Cuarto la primera [6][2]) como una manera de atenuar la excesiva concentración de alumnos lo cual se verificaba en los grandes centros poblados: Córdoba, Buenos Aires, La Plata y Rosario.

En el caso que nos ocupa y como expresamos antes, a nivel local existían suficientes antecedentes como para plasmar ese proyecto. En 1968, se había creado al amparo de la ley 14.557 (la cual legislaba la creación de universidades privadas), la Universidad del Centro, que venía a dar respuesta con carácter de universidad privada, a la demanda de estudios de nivel terciarios en la ciudad de Río Cuarto y su amplia zona de influencia. Posteriormente en 1971 con fecha 1 de mayo por Decreto del Poder Ejecutivo Nacional fue creada la Universidad Nacional de Río Cuarto, que absorbió a los estudiantes de la Universidad del Centro. Al principio la nueva institución funcionó administrativamente en inmuebles facilitados por la Municipalidad de Río Cuarto, mientras se realizaban las obras que culminarían en los edificios que hoy conforman el Campus Universitario, en el que se

asientan las cinco facultades que la componen. Durante la construcción de los pabellones se dictaron clases en las aulas del Colegio Nacional. Cabe consignar que el actual predio fue donado por la sucesión de Don Rómulo Remo Re y esta donación fue aceptada entre tres ofertas distintas por un jurado especialmente designado con ese fin [6].

LOS PRIMEROS TIEMPOS

El rector organizador Dr. Sadi Ubaldo Rifé, primer rector, y de acuerdo al testimonio expresado por Adolfo Pitt, personal del CdC [7][3], encarga el procesamiento de una encuesta realizada a colegios secundarios de la región en noviembre de 1971, siendo esta la primer actividad que requirió de un procesamiento computacional.

Al año siguiente la UNRC firma un convenio con la Municipalidad de Río Cuarto para utilizar un equipo que ésta disponía, alquilando tiempo de máquina, operadas con personal de la universidad. De acuerdo a la fuente citada este equipo era una máquina de registro único de la empresa IBM con entrada mediante tarjetas perforadas (Figura 1).

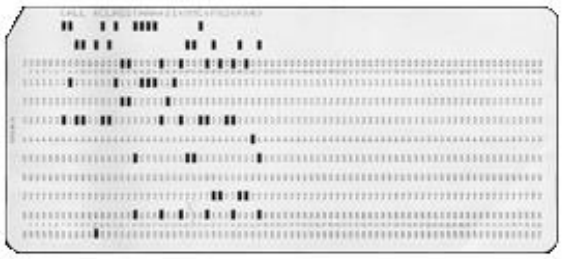

Figura 1. Tarjeta perforada de 80 columnas

Como salidas, dicho equipo contaba con una tabuladora impresora 407, a la cual se acoplaba una reproductora-sumatoria 514. Los equipos auxiliares: calculadora 602, clasificadora 82 (Figura 2), intérprete 557, intercaladora 077. El equipo de perfoverificación se conformaba con perforadoras 26 y verificadoras 29. El manejo de todo el equipo requería de cinco personas, dos en el rol de operadores y las otras tres como perfoverificadoras.

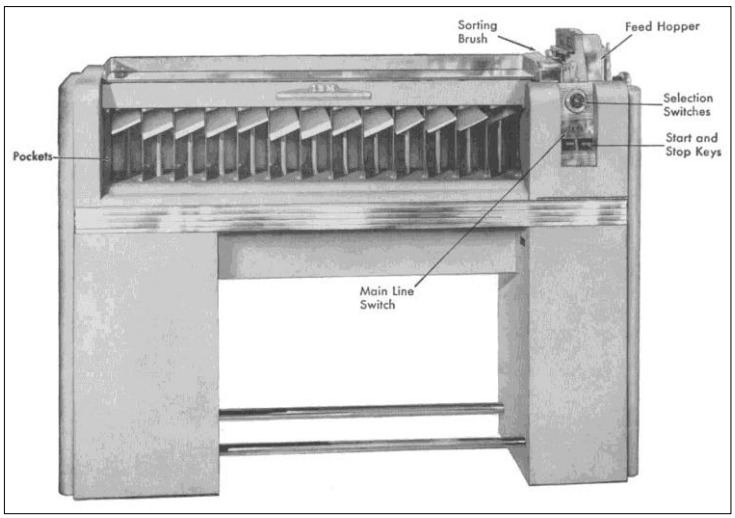

Figura 2. Clasificadora IBM 82. IBM 82, 83, and 84 Sorters, Reference Manual, IBM Corporation (1949)

Para comprender como esta suma de equipos se complementaban es necesario describir el proceso que se seguía. El tratamiento de datos con estos equipos comprendía tres etapas. La primera consistía en la introducción de datos en lotes de tarjetas. Para esto se utilizaban las perforadoras, un operario escribía en un teclado los datos y estos eran convertidos en agujeros en tarjetas de cartón que quedaban de esta forma perforadas (en la Figura 3 se ilustra uno de estos equipos). Dado que en esta fase intervenía una persona, le seguía un proceso de control de errores que se hacía con la máquina "verificadora". Esta máquina producía el rechazo de las tarjetas mal confeccionadas, las que se tenían que volver a perforar y verificar.

La segunda etapa dependía de lo que se requería de los datos, alguno de los procesos que se podían hacer eran: clasificación, intercalación, cálculo (sumar, restar, dividir, multiplicar). Estos procesos se realizaban de manera automática. La máquina clasificadora podía ordenar las tarjetas según un código que podía ser por ejemplo un número progresivo. También se podían subdividir en grupos y se separaban agrupando las tarjetas de un mismo código. La máquina intercaladora podía recibir dos grupos distintos de tarjetas y las reunía en uno solo, ordenadas según algún criterio. Las calculadoras permitían efectuar las operaciones de suma, resta, multiplicación y división. La última etapa consistía en obtener los resultados. Estos podían recibirse en tarjetas perforadas o en papel impreso y estos últimos informes se lograban con las máquinas tabuladoras [8].

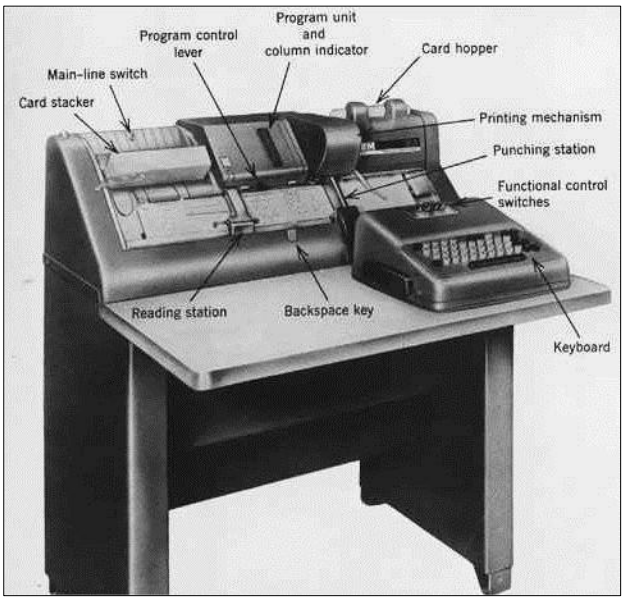

Figura 3. Perforadora IBM 26. IBM 26 Printing Card Punch: Reference Manual, IBM Corporation (1949)

Para poder hacer trabajar las distintas máquinas siguiendo una secuencia de trabajo, se requería manipular un tablero de control, el cuál consistía en un tablero donde se enchufaban los cables de las máquinas. Las máquinas de registro unitario eran electromecánicas. A pesar que hoy nos parecen vetustas, entonces significaron un gran avance en el tratamiento de datos, por la confiabilidad de los resultados, por la velocidad con que se obtenían y por el menor requerimiento de personal para hacerlas.

Los equipos que estamos describiendo se comenzaron a comercializar en el mercado de EEUU a mediados de los años '50, este dato permite corroborar una vez más el atraso que siempre se verificó en la región en cuanto al uso de tecnología.

Con este equipo se procesaron los sueldos del personal de la universidad y las inscripciones de alumnos para rendir y/o cursar nuevas materias. Un dato interesante que nos aporta A. Pitt, es que el historial académico de los alumnos se almacenaba en aproximadamente 40000 tarjetas perforadas. Como anécdota cuenta que era no poco común que ocurrieran accidentes, como dejar caer una caja de tarjetas (con unas 900 de ellas) ya clasificadas, que al caer y mezclarse era necesario volver a clasificar, lo cual insumía varias horas de labor [7].

En el año 1976, la Municipalidad fue intervenida como consecuencia de un nuevo golpe militar a nivel nacional. El intendente interventor dispuso la interrupción del convenio. Como consecuencia la Universidad de Río cuarto, tuvo que contratar servicios externos para la liquidación sueldos, situación que se extendió hasta 1979.

Esta situación preparó el terreno para avanzar en la decisión de adquirir equipos propios para dar respuesta a esos servicios, con la posibilidad accesoria de servir como fuente de nuevos conocimientos para las carreras afines a estos asuntos, en particular el área de las ciencias económicas.

LA PRIMERA COMPUTADORA PROPIA

Selección y compra del primer equipo

Recién en 1979 y por iniciativa de la Facultad de Ciencias Económicas se realiza un estudio de factibilidad para adquirir un equipo de computación. Este trabajo es encabezado por el Ing. Oscar Aldo Sartori. Como resultado en 1980 el Ministerio de Planeamiento aprobó la iniciativa y se llamó a licitación. De este concurso surge la compra de una minicomputadora de la empresa Digital Equipment Corporation (DEC), denominado PDP 11 modelo 34 (Figura 4). El equipo adquirido contaba con una memoria de 256 Kb y 16 terminales.

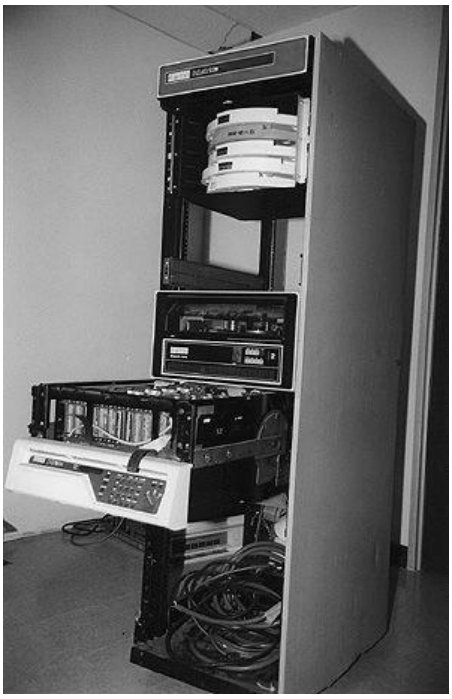

Figura 4. PDP 11/34. Cortesía de http://www.trailingedge.com/

Con relación al PDP 11 es interesante consignar que este equipo era en ese momento de los más avanzados en el mundo. Con la serie PDP, Digital, logró posicionarse como una de las empresas líderes en minicomputadoras, entre otros méritos por el diseño de ingeniería de sus equipos, que eran admirados en la época. Este equipo sirvió de plataforma para el desarrollo del sistema operativo multiusuario UNIX y para el lenguaje C. Además la PDP 11 soportaba otros sistemas operativos.

El equipo y sus componentes

Volviendo al equipo adquirido por la UNRC, el hardware con que contaba se conformaba así: Unidad Central de Procesamiento (CPU) PDP 11/34, Memoria 256 Kb, soporte magnético: dos unidades de discos magnéticos removibles RM02 de 67 Mb cada uno (Figura 5).

Una unidad de cinta lectura-grabación DMT300 y una unidad con dos disqueteras RX02. Las terminales se conformaban con 11 unidades modelo VT 100, una VT 101, una VT 105 gráfica y una terminal WYSE modelo WY85[4].

Figura 5. Discos Magnéticos RM02/03

Las impresoras eran cuatro: una impresora en línea de 300 líneas/minuto. Dos impresoras de caracteres modelo LA120 (Figura 6) y una impresora de alta resolución 330 puntos/pulgada horizontal por 72 puntos/pulgada vertical.

Este equipamiento se disponía en tres recintos distintos: la sala de máquinas donde se encontraba el CPU, las unidades de almacenamiento (discos, cintas y disqueteras) y las impresoras. En la sala de terminales estaban dispuestas 7 terminales, conformando un aula para dar clases, para actividades de programación y de operación del equipo. El tercer recinto llamado sala de operaciones contenía la terminal WYSE, una terminal VT 100 (Figura 7) y una impresora de caracteres. Por otro lado se distribuían una terminal en cada facultad, la terminal gráfica y una impresora de caracteres estaban en la Facultad de Agronomía.

Figura 6. Impresora de caracteres LA 120 DECWriter III. Cortesía de http://decpicted.posterous.com

Software en la PDP 11

El nuevo equipo entró en servicio a fines de 1981 y pocos meses después se comenzó a procesar el pago de sueldos utilizando un software cedido por personal del Centro de Cómputos de San Luis quienes además brindaron la asistencia técnica necesaria. Nace así el centro de cómputos de la UNRC, siendo su primer director *ad honorem* el contador Ernesto L. Ferreyra.

Aunque no se ha podido corroborar con absoluta certeza, se presume que este equipo utilizaba el sistema operativo RSTS. La PDP 11 prestó este servicio de liquidación de haberes al menos hasta febrero de 1989, según se desprende de una nota interna obtenida del archivo del CdC. En este mes se concluyen las pruebas de comparación entre el proceso de la liquidación en la PDP 11 y en la IBM 3031, equipo que reemplazaría al primero.

Con la PDP 11 se inicia el desarrollo del software para implementar un sistema de alumnos, proyecto que no se llega a concluir. Los contadores José F. Carrizo y Olga López de Alda, dictan los primeros cursos de Computación para las carreras de la Facultad de Ciencias Económicas e implementan un programa para la emisión de actas de examen e inscripciones para cursar en esa Facultad [7].

Otro hito que marca las trascendencia e importancia del nuevo Centro de Cómputos, es el convenio entre la Facultad de Ciencias Económicas y el Instituto de Promoción Industrial de Córdoba, por el cual la primera se hace cargo del procesamiento de la información recogida en la encuesta de evolución industrial en todos los departamentos del sur de la provincia de Córdoba.

Hacia 1983, la cantidad de usuarios crece hasta el número de setenta personas y se incorporan usuarios de la Facultad de Ciencias Exactas y de Ingeniería. Este incremento en la demanda tuvo dos vertientes, por una parte los cursos de computación para las carreras de grado y por otra los docentes comienzan a ver las potencialidades de la nueva herramienta para resolver problemas de su competencia. La mayor demanda del equipo motivada por el creciente número de usuarios y por el aumento en el tiempo de requerimiento de cada uno,

provocó una disminución en la calidad del rendimiento, en donde el déficit más significativo se verificaba en los medios de almacenamiento.

Figura 7. Terminal VT 100. www.wikipedia.org

LA SEGUNDA COMPUTADORA

El gigante azul llega a la UNRC

En 1985 y como parte de una política que IBM desarrollaba en todo el mundo, ofrece en donación un sistema IBM 3031 el cual es aceptado tanto por el Consejo Superior como por el rector normalizador de ese momento [8]. Esta computadora había sido fabricada en 1977 y se enmarcaba en la arquitectura System/370 Se trataba de un mainframe que se encontraba en la tercera generación de computadoras, es decir que su electrónica se basaba en la utilización de circuitos integrados. El equipo requería determinadas condiciones de temperatura ambiente y de acondicionamiento del espacio. Para recibirlo la Facultad de Ingeniería cedió una superficie de aproximadamente 150 metros cuadrados. Este equipo llegó en octubre y se puso en funcionamiento en noviembre de 1985.

El equipo y sus componentes

El hardware de la IBM se constituyó con una unidad central de procesamiento IBM 3031 la cual accedía a una memoria de 4 Mb. Contaba como soportes magnéticos con cuatro unidades de disco dobles modelo T3350 de 317.5 Mb cada uno y una unidad de control de discos 3830. Los medios de almacenamiento incluían además dos cintas 3420 (Figura 8) y una unidad de control de cintas 3803. Las terminales eran 16 unidades 3278-2, 6 unidades 3191, 1 unidad de video a color gráfica 3279 y una unidad de control 3274 (32 puertas).

En cuanto a las impresoras se disponía de 1 impresora de líneas modelo 3203 (1200 líneas/minuto), 2 impresoras de caracteres 3287-2 (120 caracteres/segundo) y 1 impresora de caracteres 3287-2c (color 120 caracteres/ segundo) (Figura 9) [12].

Figura 8. Unidad de Cintas Margnéticas 3420 [13]. IBM Archives.

Todo este equipamiento se distribuía físicamente en la sala de máquinas, excepto las terminales y las impresoras de caracteres. Esta sala estaba climatizada a 20 grados centígrados. El piso era sobre elevado, antiestático, con el objeto de permitir la circulación de aire para la refrigeración de los equipos. En una sala adyacente se ubicaban diez terminales con una impresora de caracteres.

En esta sala, el personal del centro de cómputos realizaba tareas de control y desarrollo. Los usuarios externos al centro también empleaban esta sala. Las otras terminales se distribuían en las distintas facultades y en dependencias administrativas (Dirección de Recursos Humanos, de Contabilidad y en Mesa de Entradas de la universidad).

El software en la IBM 3031

El boletín informativo del CdC, en su número 2 (abril de 1988) informa que se habían adquirido como software: SAS (sistema de análisis estadísticos), Sistema 2000 (manejador de base de datos), Dynaplan (planilla electrónica de cálculo), ISFC y CICS (utilitarios para el manejo de recursos de manera interactiva). Además de estos programas otros paquetes para cálculo científico y estadísticos.

En cuanto al desarrollo de programas, el primer sistema que estuvo a punto en la IBM fue el sistema de sueldos. Este programa fue cedido por el Centro de Cómputos de la Universidad Nacional de La Plata (CESPI). Este programa fue elegido, entre otras razones por el respaldo de dicho centro y por la abundante documentación con la cual contaba.

La IBM tenía instaladas en sus discos bibliotecas científicas que estaban disponibles a la comunidad. Algunas de las bibliotecas disponibles incluían programas para cálculos estadísticos y cálculo matemático (integrales, ecuaciones diferenciales), regresión múltiple, cálculo matricial, etcétera.

Otro sistema que se empezó a desarrollar con más fuerza y con opciones cada vez más ambiciosas, fue el Sistema Integral de Alumnos (SIAL), el cuál asumió en su diseño, los datos de cada alumno, conformando un legajo que no solo almacena los datos propios de cada persona sino además todo lo concerniente a la actividad académica del alumno, su

condición en cada asignatura, el cumplimiento de las correlatividades establecidas en los planos de estudio, etcétera.

Figura 9. Impresora de caracteres 3287-2

A los sistemas anteriores se sumó el sistema de bedelía, cuyo objeto era la administración de la asignación de aulas del campus, tarea crítica que siempre demandó una especial atención, ya que la UNRC cuenta con un conjunto de aulas que son compartidas por las diversas carreras que en su campus se cursan.

El crecimiento CdC, motivado tanto por el equipamiento disponible como por el acelerado proceso de aprendizaje emprendido por su personal, a la vez creciente en número, permitió abordar otros asuntos. Así se encaró el Sistema de la Secretaría de Ciencia y Técnica, que tuvo en su principio como objetivo permitir el seguimiento del estado de la actividad científica y tecnológica en la UNRC. Se fijaron como objetivos mantener el estado de ejecución de los diversos proyectos de investigación, la información pertinente del personal que conformaban los grupos de proyecto, las fuentes de financiamiento, el inventario de los recursos físicos de cada proyecto, etcétera.

El comienzo de una nueva etapa

Con la difusión de las PCs, el panorama de la gestión administrativa tomó nuevos rumbos. Las redes de sistemas propietarios como Novell, volcaron la balanza hacia los sistemas descentralizados. No ajeno a estos cambios, desde el CdC se empezó a pensar en una nueva evolución. El primer paso fue realizar una red que integrara las distintas facultades. Nació así el proyecto REUNIRC que se materializó en 1993. Tres años después llega la integración mediante Internet a la Red de Interconexión Interuniversitario (RIU). Este nuevo entorno pone al CdC en el desafío de poder adaptarse a las nuevas tecnologías y en particular al trabajo en red, actividad que viene realizando hasta el presente. Actualmente el CdC se denomina Unidad de Tecnología de la Información (UTI). Los sistemas que mantiene, así como el conjunto de tareas que su personal desarrolla puede ser consultada en su página web [15].

A continuación ilustramos mediante la Figura 10 elaborada por el mismo CdC el camino seguido.

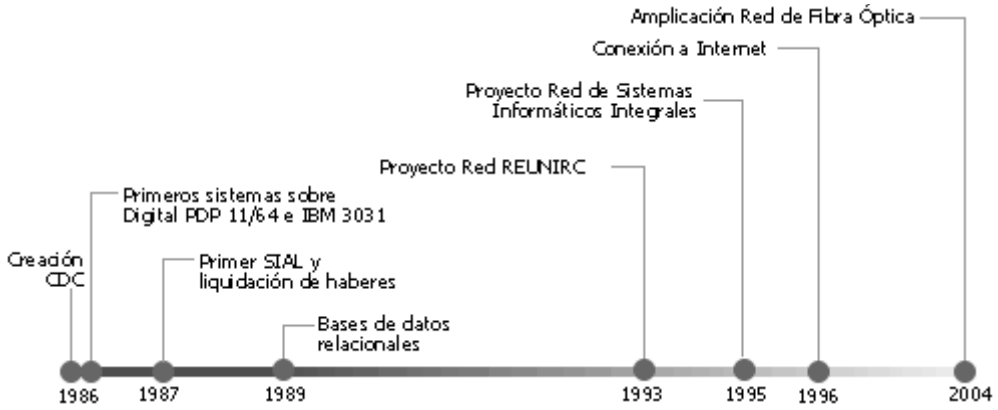

Figura 10. Linea de Tiempo. Fuente: CdC.

CONCLUSIONES

El trayecto seguido desde la creación del CdC hasta su transformación en la organización actual, permite verificar como la evolución tecnológica de los equipos de computación tiene su propia impronta, originada en las disputas de mercado de las compañías productoras de estos bienes (Digital, IBM, Novell, etcétera). Estas fuerzas de mercado fueron dando forma a esta historia. Los rastros de estas disputas son los equipos, que se acumulan como chatarra en los depósitos olvidados de las instituciones que alguna vez los albergaron como huéspedes de honor, como insignias de modernidad y de progreso. Hoy, al compás de la evolución tecnológica, los hombres y las mujeres de estos espacios de trabajo dan testimonio de este avance, que no es neutro, que casi siempre resultan de la consecuencia de situaciones no controladas, movimientos de producción de bienes que en esta región, resultan foráneas y que por ahora no nos dejan otra opción que adoptarlas como único medio para achicar la brecha tecnológica que nos separa.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el Marco del proyecto SAMCA (Salvando la Memoria de la Computación Argentina) que ha sido subsidiado por Secretaria de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Río Cuarto y por la Agencia Córdoba Ciencia del gobierno de Córdoba, primero, y luego por Ministerio de Ciencia y Tecnología, también del gobierno de Córdoba.

Queremos mencionar especialmente al personal actual del CdC que en todo momento puso a nuestra disposición la información que estaba a su alcance, en particular Héctor Magnago, Silvana Geuna, Cecilia Molina, Cecilia Pereyra. También agradecemos a los que trabajaron en el CdC, que accedieron a contarnos sus experiencias: Marcelo Arroyo, Luis Chavez y Lilian Vera, además de los nombrados en primer término.

NOTAS

[1] En esta pagina, creada a propósito del 30 aniversario de la fundación de la UNRC, se pueden leer diversos artículos que desarrollan con suficiente profundidad algunas de las cuestiones que nosotros tratamos brevemente.

[2] En este documento el Dr. Sadi Ubaldo Rifé, afirma que Rio Cuarto fue la primera de las nuevas universidades, asi como da testimonio de numerosos hechos en la creación de la nueva universidad.

[3] La revista Inquietudes, a cargo del Centro de Cómputos de la UNRC como un boletín informativo, estaba dirigido a la comunidad universitaria y que si bien contó con pocos números, en ellos se volcaron valiosos datos acerca de la vida y crecimiento de dicho centro.

[4] Esta información fue corroborada en un informe hallado en el Archivo del CdC, elaborado a pedido de la Subsecretaría de Informática y Desarrollo, y el Consejo Federal de Inversiones en el año 1989.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. Cereijido (2001). *La nuca de Houssay. La ciencia argentina entre Billiken y el exilio*, pp. 140. Fondo de Cultura Económica, México.
[2] J. Aguirre (2009). Panorama de la historia de la computación Acádemica en la Argentina. En: J. Aguirre y R. Carnota (comps.) *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, pp. 27-28. Editorial UNRC, Rio Cuarto, Argentina.
[3] J. Aguirre y M. Arroyo (2009). Semblanza de Manuel Sadosky. En: J. Aguirre y R. Carnota (comps.) *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, pp. 290-292. Editorial UNRC, Rio Cuarto, Argentina.
[4] C. Rotunno y E. Diaz de Guijarro (comps.) (2003). *La construcción de lo posible. La Universidad de Buenos Aires de 1955 a 1966*, pp. 58-59. Libros del Zorzal, Buenos Aires.
[5] "30 Aniversario Dossier" (2001). http://www.unrc.edu.ar/publicar/25/presdosi.html (25 de diciembre de 2013).
[6] S. U. Rifé (2001). Anécdotas y pequeñas historias de la creación de la UNRC: la primera de las nuevas universidades. http://www.unrc.edu.ar/publicar/25/dossi12.html (25 de diciembre de 2013)
[7] A. Pitt (1987). Metamorfosis. Evolución del Centro. *Inquietudes* 1, Centro de Cómputos de la UNRC.
[8] S. Matute y H. Fix Fierro (1993). Informática y derecho. En: M. Kaplan (coord.) *Revolución tecnológica, estado y derecho, Tomo III*, pp. 182-187. Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, México.
[9] "Nómina de rectores de la UNRC" (2011). http://www.unrc.edu.ar/unrc/n_comp.cdc?nota=19828 (25 de diciembre de 2013).
[10] "DEC PDP 11-34" (2006). http://www.trailingedge.com/comphave.html?theKey=decpdp1134&byCompany=0 (25 de diciembre de 2013).
[11] "Digital Computing Timeline" (1997) http://research.microsoft.com/en-us/um/people/gbell/digital/timeline/1975.htm (27 de diciembre de 2013).
[12] F. Gaudenzi (1988). De nuestros recursos. 2da. Parte. *Inquietudes* 2. Centro de Cómputos de la UNRC.
[13] "IBM 3420 mMagnetic tape drive" (ca. 2005). http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/storage/storage_ 3420.html (20 de diciembre de 2013).
[14] "Unidad de Tecnológica de la Información" (ca. 2010). http://www.unrc.edu.ar/unrc/uti/ (21 de diciembre de 2013).
[15] "REUNIRC: La red de la Universidad Nacional de Río Cuarto" (ca. 2010). http://www.unrc.edu.ar/unrc/ uti/redunrc.html (25 de diciembre de 2013).

UNA RED, UN DÍA:
ANTES DE INTERNET EN ARGENTINA. 1985-1994[*]

Federico Novick[†]

Esta investigación tiene como objetivo analizar los orígenes de las redes informáticas de comunicación que funcionaron en Argentina antes de la aparición de Internet como un servicio comercial. Se profundiza particularmente en las redes académicas, sin dejar de lado otras importantes iniciativas.

El trabajo está focalizado en un período específico que empieza en 1985, cuando un grupo de estudiantes, docentes e investigadores de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires comienza a experimentar con sistemas de intercambio de información entre computadoras a través de líneas telefónicas. Concluye en 1994, antes del lanzamiento del acceso comercial a Internet. Este recorte temporal permite orientar la indagación hacia una etapa casi desconocida de un medio que, con el tiempo, se ha vuelto ubicuo. En las siguientes secciones, se da cuenta del desarrollo temprano que, con pocos recursos y mucho esfuerzo, este pequeño grupo llevó a cabo en la Facultad y en otros ámbitos del Estado: allí se sentaron las bases para que, luego, la Internet futura pueda surgir en nuestro país. Más adelante, se profundiza sobre otras redes que funcionaron en forma paralela al trabajo del *Grupo de Exactas*, muchas veces con el apoyo de sus miembros y con la participación activa de otras instituciones, del ámbito público, privado y no gubernamental.

Antes de comenzar este recorrido es importante aclarar que, si bien Internet y las prácticas vinculadas a las culturas digitales constituyen un centro magnético de atención para la investigación en ciencias sociales, la historia de estas tecnologías no ocupa dentro de nuestras disciplinas un lugar de relevancia. Por ese motivo, uno de los principales desafíos marcados en este trabajo ha sido examinar un campo bastante inexplorado, con el propósito y el anhelo de que resulte útil para futuras investigaciones.

UN DEPARTAMENTO

El 15 de mayo de 1961 [1], en el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, comenzó a funcionar la primera computadora científica del país. Se trataba de una Mercury, producida por la empresa Ferranti en Manchester, en el Reino Unido. Manuel Sadosky, como director del Instituto,

[*] Este artículo es una versión adaptada del trabajo presentado en el II Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe, que se llevó a cabo dentro del XXXVIII CLEI en Medellín, Colombia, en octubre de 2012. Se publicará en un libro editado conjuntamente por Fundación Telefónica de Venezuela y Editorial Ariel, Caracas.

[†] Proyecto SAMCA, Programa de Historia de la FCEN-UBA, fedenovick@gmail.com

impulsó durante ese momento preciso la carrera de Computador Científico, antecedente de la Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Esta carrera funcionaba dentro del Departamento de Matemática y hasta 1966, cuando se produjo el golpe y la violenta Noche de los Bastones Largos[1], la investigación en la disciplina se organizó alrededor de *Clementina*, como se bautizó a la máquina. La represión generó una masiva renuncia de los profesores que integraban el Instituto, y cuatro años después la computadora dejó de funcionar por falta de mantenimiento.

Entre 1970 y 1983 la comunidad de la carrera -que había dado un salto de calidad en términos académicos, científicos y profesionales en el período anterior- tuvo que continuar su trabajo atravesando una contradicción esencial. Se investigaba sin una computadora, realizando las actividades vinculadas al procesamiento de datos en equipos instalados fuera del ámbito de la Facultad. A partir de 1974, la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales sufrió el embate de una brutal represión, con 139 desaparecidos contabilizados por la Oficina de Prensa a partir de 1976 [2].

En 1982 se creó la Licenciatura en Ciencias de la Computación. Sin embargo, el panorama se transformó con la aparición de una nueva computadora. Se trataba de una VAX 11/750, puesta en marcha en 1983. La llegada del Dr. Hugo Scolnik al Instituto fue la antesala de la creación del Departamento de Computación, que dirigió a partir de 1985, mientras se incorporaban nuevos docentes, se compraban equipos y el plan de estudios se renovaba con el impulso del regreso de la democracia y una nueva era en la facultad. Un grupo de estudiantes y docentes, apasionados por las telecomunicaciones, comenzaron a experimentar en el Instituto con la VAX instalada allí, y al poco tiempo también con las primeras computadoras personales, recién llegadas al Laboratorio de Microcomputadoras que empezaba a funcionar en el ámbito del Departamento.

Ese grupo [3], que como veremos también se cruzará en otros ámbitos, reunía a Jorge Amodio, Nicolás Baumgarten, Julián Dunayevich, Mauricio Fernández y Néstor Felippone (entre otros), y fue el responsable de los primeros intentos para conseguir que la Facultad accediese al correo electrónico. Con el correr de los años, espacios como Cancillería, la Secretaría de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación y el Ministerio de Economía se convertirían en actores centrales para que el acceso del país a Internet se vuelva una realidad esperada por muchos, en una historia plagada de contratiempos, dificultades, marchas y contramarchas.

EXACTAS

Julián Dunayevich [4], que había cursado Ingeniería en México hasta 1982, regresó al país al año siguiente y, ya como alumno de la Licenciatura de Ciencias de la Computación, comenzó a dar clases de Unix:

> El primer día que pisé la Facultad como estudiante también la pisé como docente. Inicialmente, di una materia de *computación para quienes no eran de computación*, con la profesora Susana Palchik. Era muy interesante y me permitió también vincularme con los matemáticos, los físicos, los químicos, etc. Después creamos la materia optativa *Unix y C*. Al poco tiempo quedé como responsable, ya que Susana Palchik dejó la Facultad. Con lo cual, paralelamente a cursar mis materias como alumno, fui perfeccionando la cátedra, en donde la idea no era solo explicar Unix sino

> hacer prácticas de sistemas operativos, concurrencia, etc. Cada vez había más gente interesada en el tema. A la vez, comencé a administrar los equipos donados al departamento que funcionaban con sistema operativo Unix. Empezamos con *Unix y C* pero, en aquel momento, los temas de avanzada eran diferentes. Ya estábamos con inteligencia artificial, base de datos, teoría de lenguajes y otros asuntos sumamente interesantes, que además se veían como el futuro. Sin embargo, Unix y las redes se desarrollaron rápidamente en la Argentina y en el mundo, fundamentalmente por la aparición de servidores que no tenían que ser de gran porte como los mainframe de IBM, sino mini o microcomputadoras. Fue la primera materia que se daba sobre UNIX y lenguaje C en Argentina, y el sistema operativo contaba con herramientas de comunicaciones, tanto para transmisión de archivos (uucp) como de ejecución remota (uux) [5].

Por otra parte, y hacia 1986, Dunayevich ingresa como becario a la empresa Fate Electrónica. Allí trabajaba Juan Carlos Angió, primer egresado en 1964 de la carrera de Computador Científico y un apasionado de las redes:

> En 1986 entré como becario en Fate Electrónica bajo la coordinación de Patricio Castro. Uno de los integrantes del equipo de Fate era Juan Carlos Angió[2]. Mi responsabilidad en Fate era encontrar las facilidades que tenía el equipo UNIX de NEC. Me permitían investigar con las diferentes herramientas que tenía el sistema operativo y ver cómo exprimir los servidores que había. Empezamos con Juan Carlos a ver la posibilidad de hacer algo con X.25[3] y ARPAC[4]. Estamos hablando de la etapa de Entel, del inicio de ARPAC. Mientras yo por un lado avanzaba en el estudio de UUCP, que era la herramienta de comunicación que tenía UNIX naturalmente, con Juan Carlos organizamos dentro de Fate Electrónica un curso de X.25. La historia de X.25 fue muy importante porque a ese curso invité a participar a Mauricio Fernández, a Jorge Amodio y a Carlos Mendioroz, entre otros. Todos recibimos el curso que dictó Juan Carlos, y de ahí empezamos a armar un grupito al que le interesaba el tema de comunicaciones. Al poco tiempo, también entró Nicolás Baumgarten como becario a la empresa. Este fue el embrión de un grupo que quería hacer investigación en esta área, explorar las capacidades que tenía tanto el X.25 como protocolo, como la herramienta UUCP como esquema de transferencia de archivos o de información [4].

Alberto Mendelzon [6], egresado igual que Angió como Computador Científico en 1973, volvió al país en 1986 para pasar un año sabático luego de una brillante carrera en las universidades de Princeton y Toronto. Su especialidad eran las bases de datos y, como uno de los principales investigadores en diversos temas relacionados con la organización y la búsqueda de datos, su trabajo contribuyó a sentar los principios científicos del diseño de lenguajes para realizar búsquedas en la futura World Wide Web. En ese período [7], Mendelzon estaba trabajando en un proyecto de PNUD (Programa de Desarrollo de Naciones Unidas) que tenía como objetivo el desarrollo de las Tecnologías de la Información en la región. Julián Dunayevich rememora esos momentos:

> En esa época también vino Alberto Mendelzon. Se reunió conmigo y para mí era como un dios, yo había tomado un curso con él en la primera EBAI (una *Escuela de Verano* que funcionó en el marco del Programa Argentino Brasileño de Informática) en Campinas, Brasil, en 1986. Comenzamos a tener una relación muy estrecha, estaba mucho en la Facultad. A pesar de que yo lo veía así, él con toda humildad se acercó a mí y me dijo que quería aprender conmigo de redes. Como sabía que yo estaba con correo electrónico empezamos a trabajar juntos, a ver una posibilidad de armar una conexión. Entró a trabajar también en Cancillería, cuando estuvo ahí me pidió que le recomendara gente para trabajar con él y le hablé de Jorge Amodio, Carlos Mendioroz y Mauricio Fernández, que fueron tres de los pilares de todo el desarrollo. En todo este híbrido de haber aprendido lo de X.25, UUCP y demás y estando Jorge Amodio y Carlos Mendioroz empezó un interés nuestro de poder armar lo del correo electrónico en Argentina y por otro lado el interés de Alberto de tener comunicación con Toronto. Ahí es cuando Cancillería logra el vínculo, primero telefónico, y después de otra forma con Canadá y Estados Unidos y nosotros logramos conectarnos a través de Cancillería [4].

El Laboratorio de Microcomputadoras es el primer espacio donde se incorporó un módem, y el grupo de investigadores, utilizando la línea telefónica que tenía el Departamento de Computación, logró establecer las primeras comunicaciones fuera del ámbito de Ciencias Exactas. Según recuerda Amodio este grupo, que ya venía trabajando en conjunto, se constituyó bajo la supervisión de Hugo Scolnik, y por las noches probaba distintas configuraciones, programas y conexiones para los equipos, centrándose en aquellos con UNIX, mientras aprovechaba los conocimientos adquiridos por Dunayevich en la utilización de UUCP. En el universo del sistema operativo multiusuario, el correo electrónico era una herramienta ya incorporada, y el grupo encaró entonces la creación de un nodo en Exactas, al que bautizado DCFCEN, que era el nombre del equipo NCR. Allí, los alumnos y profesores tenían una cuenta de usuario a la que accedían directamente a través de las terminales en el Departamento de Computación para leer y escribir e-mails [8]. Esa máquina era la que llamaba a Cancillería, desde donde se conectaba con el exterior. Al tiempo comenzaron a recibir llamadas desde otros equipos fuera de la Facultad, utilizadas por usuarios a los que proveían con el software propio UUPC, que era un juego de palabras referido a una suerte de *UUCP para PC*. A pesar de las grandes dificultades técnicas, las líneas de Entel analógicas que fallaban constantemente y el escaso equipamiento disponible, es en ese momento en que el proyecto pasó de ser una investigación en el ámbito académico a constituirse, con el vínculo a Cancillería, en la semilla de una red mucho mayor.

En 1991 John Quarterman, en un primer estudio sobre el estado de las redes en el país, subrayaba que:

> El ímpetu vino de Alberto Mendelzon de la Universidad de Toronto. Mientras tomaba un año sabático en 1986-87 en la UBA, se involucró en un proyecto sponsoreado por el PNUD, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, cuyo objetivo era (y es) la introducción de tecnología de información moderna dentro del Ministerio de Relaciones Exteriores. Mendelzon ayudó a establecer una conexión UUCP internacional para el

> Ministerio a través del nodo Atina. El host Atina fue el primero conectado a través de discado directo con la Universidad de Toronto, y luego vía X.25 [...] Jorge Amodio y Carlos Mendioroz se unieron al proyecto de PNUD durante este período y ayudaron a solidificar las conexiones internacionales. Un grupo de estudio entusiasta de Unix y redes en el Departamento de Computación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales se involucró desde el principio. Ellos ayudaron a convencer a las autoridades del proyecto que la calidad y la cantidad de la información recibida desde la conexión internacional debía compartirse con toda la comunidad académica, al menos en un modo experimental. Los miembros del *staff* de la UBA Jorge Amodio y Julián Dunayevich establecieron el nodo DCFCEN, que conectó a la UBA con el resto del mundo UUCP a través de Atina. Este nodo empezó a publicitar a las redes UUCP en el ámbito de la academia y se convirtió en el concentrador de la RAN (Red Académica Nacional).

CANCILLERÍA

Con el regreso de la democracia, a partir de 1983, Dante Caputo asumió en el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto. El nuevo canciller empujó un proceso de informatización que tendía a optimizar las comunicaciones y a conectar a las distintas dependencias repartidas a lo largo del mundo. La información que circulaba entre ellas se hacía por medio del télex[5] y el correo tradicional. A esa Cancillería llegó Alberto Mendelzon, e impulsó el desembarco, a su lado, de varios de los integrantes del grupo de Exactas para trabajar en este nuevo proyecto. Hacia fines de 1986, se integraron a las áreas de Coordinación, Desarrollo de Software, Capacitación y Soporte Técnico Mauricio Fernández, Jorge Amodio, Oscar Sznajder y luego Carlos Mendioroz [3].

Los equipos con los que contaban eran una minicomputadora Burroughs XE-550, que corría una versión de UNIX llamada Centix. Al tiempo, se incorporó una DEC MicroVAX y se agregaron más PCs a las que ya había instaladas. El sistema de comunicación utilizado antes de la llegada de Mendelzon y su equipo estaba centrado en el télex y el intercambio de documentos físicos, con la utilización de criptografía para seguridad. Desde el área de soporte técnico se empezó a delinear entonces el sistema de comunicaciones y la red, un avance fundamental para lograr la vital y tan esperada conexión al exterior.

En 1987 comenzó a montarse una estructura con la llegada de equipos nuevos, entre ellos algunos módems, y en una PC se instaló el sistema operativo Xenix, donde se configuró UUCP. Desde allí, se realizaron llamados a la institución donde Mendelzon trabajaba, la Universidad de Toronto. Con esa computadora personal se estableció el primer vínculo con el exterior a través de una conexión telefónica. El objetivo inicial era experimentar a partir de la posibilidad que brindaba la cuenta personal de Mendelzon. Por ese vínculo se recibieron los primeros mensajes y boletines de noticias de USENET, un sistema muy activo en ese momento que permitía a sus usuarios intercambiar opiniones sobre los más diversos temas. Muchas de las formas, los modos de comunicación y las conductas que fueron naturalizadas en otros espacios de Internet años después nacieron de esa extensa comunidad.

El uso del correo electrónico dentro del proceso de transformación en Cancillería se convirtió en un recurso a la vez fundamental y muy nuevo, ya que pocos conocían su alcance

y el desarrollo al que había llegado en diversos lugares del mundo. Al principio, y mediante la conexión con Toronto, se consiguió establecer un vínculo directo con Rick Adams, administrador de un nodo en la Universidad de Virginia, llamado Seísmo porque funcionaba en el Centro de Estudios Sismológicos de la universidad. Adams[6] había establecido una política: el primer nodo que se conectaba en un país, y estaba dispuesto a dar servicio de gateway local (puerta de enlace para interconexión de equipos con diferentes arquitecturas o sistemas) iba a recibir servicio gratuito, con el único costo de la llamada internacional. Jorge Amodio evoca ese proceso:

> El proyecto de Cancillería no tenía que ver con Internet. El objetivo principal era modernizar la infraestructura de informática y telecomunicaciones del Ministerio y armar una red global con las embajadas y consulados. Obviamente existe una gran intersección entre lo que teníamos que hacer, con redes globales e Internet. En esos días en el país no había mucha gente que realmente supiera sobre Unix, Ethernet, menos TCP/IP. Nosotros subliminalmente (éramos los administradores de todas las maquinas) empezamos a armar todo de manera que la cosa no fuera sólo para lo que necesitara el Ministerio, sino también para que se aprovecharan esos recursos para la red académica. Carlos Mendioroz invirtió una cantidad increíble de horas para pasar todas las fuentes de UUCP y otros programas a Xenix de manera que tuviéramos más flexibilidad en lo que podíamos hacer desde las PC, porque solamente teníamos una MicroVAX que estaba buena, y que no podíamos usar para eso. Nosotros éramos bichos raros de laboratorio metidos en un proyecto que tenía también un objetivo político, que era ser la lanza que rompiera con la dominación de IBM y sistemas propietarios en la administración pública [9].

A principios de 1987 se volvió necesario darle un nombre al nodo constituido en Cancillería. Todas las comunicaciones se daban dentro de la llamada *red UUCP*, que aceptaba nombres que tuvieran como máximo ocho caracteres. Mendelzon sugirió Atina, una contracción de la palabra Argentina. Se configuró entonces una primera dirección de correo para él, utai!atina!mendel. La de Carlos Mendioroz era atina!tron y Jorge Amodio usaba atina!jma, pero tuvo que cambiarla al tiempo por el usuario *Pete* en honor a un villano de Disney, porque coincidía con un miembro del cuerpo diplomático con sus mismas iniciales. Los funcionarios del Ministerio comenzaron en ese momento a recibir sus direcciones personales.

Junto a la MicroVAX que había llegado al centro de cómputos, el grupo logró obtener nuevas líneas telefónicas reunidas en una central, una conexión punto a punto para vincularse al Palacio San Martín, que era otra dependencia de Cancillería, y el acceso a la Red Argentina de Conmutación de Paquetes, ARPAC. Atina también crecía y se instaló en una computadora AT 80286 con mayor espacio en el disco duro, puertos de comunicación y una conexión de red local con la MicroVAX, bautizada ahora Mrecvax. A nivel internacional funcionaban muchas redes de diversas características en forma paralela, que no estaban completamente integradas aún en lo que hoy conocemos como Internet. En 1986, durante una reunión de redes académicas, UUCP se establece con el dominio .UUCP dentro de USENET. Así, Atina pasa a llamarse ATINA.UUCP, ingresa en los mapas UUCP y puede enviar

correo electrónico desde y hacia las otras redes. Entonces las direcciones pasan a ser, por ejemplo, usuario@atina.UUCP. El 20 de agosto de 1987, un día importante en la historia de las redes en Argentina, Carlos Mendioroz registra el *Top Level Domain*, el dominio de más alto nivel, que era de dos letras para las naciones. Se establece así como identificatorio para Argentina de allí en más.

El 23 de septiembre de 1987 es aceptado y comienza a funcionar oficialmente. Mendioroz realiza un trabajo muy extenso, traduciendo todos los programas vinculados a UUCP a otra distribución de UNIX llamada BSD, mientras que se incorporan otros módems y más líneas telefónicas.

DE EXACTAS A CANCILLERIA Y AL MUNDO

A partir de la labor que algunos de los integrantes del grupo de Exactas llevaban a cabo en Cancillería, se instaló una cuenta en Atina para comenzar el vínculo entre ambas instituciones, luego de obtener el visto bueno por parte de las autoridades del Ministerio. En ese momento ya era posible enviar correo electrónico desde DCFCEN, y el primero en recibirlo fue Alberto Mendelzon, que se encontraba de vuelta en la Universidad de Toronto. La idea concreta de constituir una red de comunicación en el ámbito académico, si bien era albergada hacía ya un tiempo, nace por esos días, aunque todavía el grupo no contaba con la infraestructura necesaria para realizar tamaño proyecto. Carlos Mendioroz, responsable de los mapas UUCP para el país desde Cancillería, registra el 13 de Noviembre de 1987 al nodo dcfcen.uba.ar. Docentes e investigadores comenzaron a enviar mensajes y, como vimos, asisten al Departamento para utilizar el nuevo servicio, con sus propias cuentas. Nicolás Baumgarten describe en uno de los primeros registros de historización del período cómo eran esos primeros tiempos en Exactas:

> A partir del estudio del paquete de comunicaciones UUCP, decidimos armar un prototipo de red en la Facultad, sin preocuparnos por seguir discutiendo cuál era la mejor alternativa. En todo caso el tiempo dirá cuál es la mejor. Diferentes entidades intentaron generar otras redes lamentablemente sin tener éxito. Particularmente la empresa IBM ofreció todo el apoyo para implementar la red BITNET pero eso quedó por el momento en palabras. De acuerdo al estudio de nuestra situación nacional, especialmente en el ámbito científico, teníamos que buscar una red accesible a todo el mundo, económica, que brinde los servicios más importantes y que tenga la mayor flexibilidad posible. [...] Apenas pusimos en funcionamiento el prototipo, comenzó a generarse la bola de nieve. Cuando empezamos a mostrar las características y beneficios de la red a los investigadores, éstos se vieron un poco escépticos. Sin embargo, cuando se dieron cuenta que funcionaba no había forma de pararlos. Al poco tiempo sustituimos la XT por una AT compatible y colocamos un módem marca Telebit que trajo como resultado velocidades locales y al exterior que en varios casos superaron los 9600 bps. En poco tiempo había decenas de físicos y matemáticos en la puerta del Departamento de Computación para ver cómo podían mandar su correo electrónico. En la actualidad varios organismos de investigación ya están conectados a la red, como por ejemplo, El Programa Argentino-Brasileño, la Escuela Superior

> Latinoamericana de Informática, el INGEBI, IAFE, la Universidad de la Plata, en pocos días la Comisión Nacional de Energía Atómica, el CONICET y otras universidades que ya han tomado contacto con nosotros.
> Diariamente nos viene a ver gente interesada en la red, que por las características actuales del proyecto, rebasa en algunos casos nuestras posibilidades de atención. En poco tiempo tendremos que ampliar nuestro personal de atención al público. La característica fundamental de nuestra red es brindar tanto la posibilidad de conectarse a una entidad con un pequeño equipo con una unidad de diskette como a otras entidades con mayores recursos y facilidades en comunicaciones. Desde alguien que sólo tiene una línea telefónica o un interno, hasta el que está conectado a través de X.25 o cualquier otro acceso más eficiente. (...) Nuestra idea es extender los servicios de la red mientras vayan surgiendo las necesidades e incluir toda innovación tecnológica mientras esté a nuestro alcance. Sin embargo, siempre lo haremos adaptándonos a los recursos que el país tenga hoy en día. Dentro del Departamento se está trabajando en el desarrollo de un ambiente de mail más *user friendly* que el que se encuentra en forma estándar en UNIX. También estamos trabajando en mejorar la versión de UUCP para DOS. Lo que nosotros vemos es que todavía (por lo menos en Argentina), no hay un conocimiento real del tema de comunicaciones, para qué sirven, cómo se pueden utilizar, cuál es su alcance. Estamos haciendo todo un trabajo de divulgación en los diferentes centros de investigación [10].

El trabajo rindió sus frutos y la interconexión con otras instituciones empezó a crecer exponencialmente, a partir de nuevo equipamiento que se incorporó y la posibilidad de contar con una línea para recibir llamados. El grupo, en ese momento, redactó un documento que se constituyó en una herramienta indispensable para la difusión hacia afuera de la propia Facultad. Denominado *Proyecto Red UUCP* y firmado por Julián Dunayevich, Jorge Amodio, Mauricio Fernández y Nicolás Baumgarten, junto a Juan Carlos Angió y Hugo Scolnik como coordinadores. A continuación, transcribimos algunos segmentos que resultan de gran importancia porque detallan por primera vez la intención de consolidar una red mayor que nuclee al campo académico en su totalidad para conectarla con el resto del mundo [11].

Objetivos Del Proyecto

a. Generar un prototipo de red universitaria nacional que permita acceder a la misma sin necesidad de grandes recursos, que sea de fácil implementación y que no dependa de una marca o configuración de equipo en particular.
b. Realizar las tareas de desarrollo e investigación de las diferentes herramientas de comunicaciones sobre Unix tendientes a utilizar un standard sobre los distintos sistemas de enlace disponibles en Argentina (ARPAC, red telefónica).
c. Suministrar servicios que conlleven a una mayor integración entre los distintos integrantes de la comunidad científico-universitaria nacional,

brindando además la posibilidad real de tomar contacto con la comunidad académica de América Latina y el resto del mundo.

d. Esto también está abierto al sector empresario; fomentando de esta manera su comunicación con la universidad.

Beneficios y facilidades de la Red

Correo electrónico nacional e internacional; transferencia de información (archivos de datos, documentos, programas, etc.); procesamiento de datos en forma remota; sistema de noticias (USENET NEWS) a nivel regional, nacional e internacional sobre distintas áreas de interés común; participación en foros de intercambio; acceso a bancos de datos nacionales e internacionales; recuperación de información, artículos, programas, etc. en servicios de biblioteca automatizados; participación en grupos de investigación dispersos geográficamente; consultas sobre temas en particular con profesores e investigadores en diferentes áreas de interés; comunicación con redes como USENET, BITNET, ARPANET, CSNET, etc.

Miembros de la Red

Actualmente el nodo principal de la red UUCP del Departamento de Computación brinda servicios de correo electrónico y transferencia de archivos a docentes de los Departamentos de Computación, Matemáticas, Física, etc.; la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI); Programa Argentino-Brasileño (methos); el IAFE; la Fundación Bariloche; el INGEBI; la Universidad de La Plata; la Comisión Nacional de Energía Atómica; la Subsecretaría de Informática y Desarrollo de la Secretaría de Ciencia y Técnica, y en poco tiempo el CONICET; el Programa de Informática y Electrónica, la Universidad Nacional del Sur y la Universidad Nacional del Centro, permitiéndoles la comunicación con distintos investigadores y docentes argentinos que están trabajando en universidades y centros de investigación de América y Europa.

Estado Actual Del Proyecto/Futuro

Nuestro nodo ya se encuentra en los mapas mundiales de UUCP. Una vez obtenidos los recursos necesarios para incrementar la capacidad operativa del nodo (equipo más potente, mayor capacidad de almacenamiento, disponibilidad de equipo de respaldo en caso de falla, más y mejores líneas de comunicación, operadores y personal para la administración de la red) estaríamos en condiciones de comenzar a armar una red de mayor alcance que pueda satisfacer todas las necesidades del ambiente académico nacional.

Este era el nacimiento de un proyecto que ya se llamaba Red Académica Nacional, formado sin una directriz central pero con la colaboración de muchas instituciones, profesionales, estudiantes y diversos interesados en el crecimiento de la comunicación digital a lo largo del país. En el interior de Exactas, Hugo Scolnik, como director del Departamento de Computación, invitó a la comunidad académica a participar de la experiencia.

Sin existencia institucional dentro de la UBA, ni presupuesto fijo para solventar los gastos de infraestructura y telecomunicaciones, la red creció exponencialmente en sus

primeros años, integrando una gran cantidad de usuarios nuevos. A finales de la década, Julián Dunayevich y Juan Pablo Paz, docente de Física y miembro por el claustro de graduados del Consejo Directivo de la Facultad, escribieron un artículo que apareció en su forma definitiva en la revista *Mundo Informático* a fines de 1989 [12]. En el marco de un debate mayor que enfrentaba a los partidarios de una red UUCP y quienes preferían el desarrollo de BITNET a nivel local, con un tono muy directo, los investigadores proponían la construcción de una Red Nacional como objetivo principal de la política científico-tecnológica. Analizaban también las circunstancias que atravesaba el campo académico argentino en ese momento, subrayando la falta de presupuesto y el alto nivel de burocracia que a su criterio existían. Dunayevich y Paz subrayaban algunas de las características significativas del sistema científico-técnico argentino, con una cantidad de computadoras adquiridas sin un destino claro, y la inexistencia de redes para vincularlas entre sí:

> ¿Cómo diseñar esta red? Es imprescindible tener en claro cuáles son las características que tiene el sistema al cual dicha red debe servir. En realidad, resulta un poco osado el uso de la palabra *sistema* ya que su organización es bastante caótica. El sistema científico-técnico nacional es más bien un conjunto de organismos con fines diversos que se han desarrollado en distintos períodos de la historia sobre la base de planes que, en el mejor de los casos, abarcaron sólo parcialidades (Ej.: Plan Nuclear). Es común ver que en una misma institución existen equipamientos distribuidos de manera poco comprensible desde el punto de vista de su aprovechamiento racional (por ejemplo, la UBA con su Centro de Tecnología y Ciencia de Sistemas). Los equipos de computación que existen en los distintos centros de investigación del país fueron adquiridos sin ninguna planificación. Los hay de casi todas las marcas y tamaños que existen en el mercado. Casi todos los centros poseen computadoras personales, algunos con minicomputadoras, y en forma aislada se utilizan grandes equipos. Para tener una idea cuantitativa de los posibles usuarios de una red como la que mencionamos basta recordar que nuestro país cuenta con 24 universidades nacionales, en la mayoría de las cuales funcionan grupos de investigación (de nivel desparejo). El CONICET por su parte cuenta con algunos centenares de institutos repartidos por casi todo el país. La CNEA es otro de los grandes organismos que cuenta con laboratorios distribuidos en todo nuestro territorio. El INTI, CITEFA, INTA, etc. son otras instituciones que pueden ser beneficiarias del servicio de esta red. Ninguno de estos organismos cuenta actualmente con redes de comunicación de datos. Por supuesto, tampoco existen redes que conecten entre sí a las computadoras de distintas instituciones [12].

Los autores advertían la necesidad del trabajo cooperativo y aclaraban que la red debía constituirse en un beneficio para todos los usuarios y las instituciones que participaran de ella. Para ese momento, ya pasaban la centena y pertenecían a diversos ámbitos. Entre las universidades estaban la UBA, La Plata, Mar del Plata, San Luis, del Sur, San Juan, Córdoba, Patagonia, del Centro, La Pampa, Catamarca, Comahue y UTN, con distintas facultades o institutos independientes conectados. El Estado estaba presente a través de CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica), CONICET (Consejo Nacional de

Investigaciones Científicas y Técnicas), INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Cancillería, Secretaría de Planificación, Museo de Ciencias Naturales, CNIE (Comisión de Investigaciones Espaciales), IAFE (Instituto de Astronomía y Física del Espacio), el Hospital de Niños y el Ministerio de Educación. También formaban parte, la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), SADIO (Sociedad Argentina de Informática), ESLAI (Escuela Superior Latinoamericana de Informática), OPS (Organización Panamericana de la Salud), CLACSO (Centro Latinoamericano de Ciencias Sociales), la Academia Nacional de Medicina, y las fundaciones Bariloche, Cedro, Aragón y Campomar.

Se planteaba asimismo una *filosofía* que definía las características de la red, su alcance y el uso que se le debería dar:

> Las únicas restricciones en la obtención de algún servicio por parte de nodos son exclusivamente las que impone el equipamiento de los mismos. La red no tiene ni tendrá ninguna política de privilegios en función de la ubicación geográfica o del rol que algún nodo cumpla dentro de la misma (cabeceras de región o nacional). Es decir que la organización jerárquica que de hecho tiene la red se debe sólo a razones operativas. La red no tiene fines de lucro y su carácter es de tipo cooperativo. Nadie puede pretender acceder a la red solo para extraer beneficios sin aportar algo a ella. El flujo de beneficios a través de la red es necesariamente bidireccional. [...] La magnitud del aporte que la red hará a la comunidad va a ser responsabilidad de los usuarios. Es nuestra intención aunar los avances tecnológicos con la cooperación para poder morigerar las carencias que afectan a la investigación científico-técnica en el país. Apuntamos a que la red dé el salto desde su etapa experimental a una etapa productiva en forma eficiente y confiable, con una correcta administración y con un equipo humano generador de tecnologías capacitado para asesorar a los usuarios. [...] El objetivo del proyecto RAN es resolver un problema que afecta a toda la comunidad académica. La solución propuesta se basa en un análisis de las características de nuestro sistema científico. La RAN pretende conectar a todas las entidades vinculadas al ámbito científico entre sí y con el exterior para así facilitar la interacción de los grupos que trabajan en nuestro país y sus contactos internacionales. La red es realista, no implica grandes inversiones, el equipamiento necesario para conectarse es mínimo. El correo electrónico también puede ser usado para implementar sistemas de grupos de interés y noticias, así como realizar consultas a bases de datos y bibliográficas, o recibir boletines y comunicaciones de interés general. La RAN no es una abstracción ni un proyecto escrito en papeles sino que es hoy una realidad que funciona experimentalmente sobre la base del esfuerzo de un grupo de investigadores de la Universidad de Buenos Aires [12].

Con el crecimiento de la RAN y la expansión de su base de usuarios, repartidos en una gran cantidad de nodos, a fines de 1992 se creó mediante la Resolución 2899/92 del Consejo Superior de la UBA, el CCC (Centro de Comunicación Científica), que tenía como objetivo "constituir y mantener en funcionamiento una red de comunicaciones electrónicas

que sirva como soporte a la investigación y a la enseñanza, así como medio para el mejor uso de los recursos computacionales ya existentes, para toda la Universidad, e incluso para usuarios externos, en las condiciones que oportunamente se reglamenten, y establecer sobre esta red servicios específicos de Comunicación Científica" [13]. Luego de siete años de recorrido, el trabajo del primer grupo nucleado alrededor del Departamento de Computación de la UBA era por primera vez reconocido por el rectorado, otorgándole un espacio dentro de la organización institucional. Este reconocimiento es significativo ya que ubicó al CCC como el organismo-núcleo responsable de la red académica de la universidad, en un gesto político que trae como consecuencia la adopción de un camino tecnológico (el del correo electrónico UUCP, que con el tiempo se expandirá a otros servicios en el universo de Internet) mientras dejaba atrás la disputa con las plataformas impulsadas por IBM.

El Centro contaba con un Consejo Asesor [14], integrado por un representante por cada unidad académica, dos por los colegios de la UBA, uno por el Centro de Estudios Avanzados (CEA), y uno por el Sistema de Bibliotecas y de Información (SISBI). La presidencia estaba a cargo de la Secretaría de Ciencia y Técnica, que aportó los fondos para que cada unidad académica contara con una computadora y un módem. Las facultades y los centros de investigación entonces se constituyeron como nodos, se vincularon con el país y el mundo a través del correo electrónico, y alumnos, docentes e investigadores tomaron contacto por primera vez con las redes. El CCC produjo también software especialmente diseñado para el procesamiento, la distribución de los mensajes y la administración de la red. Con el *Chasqui*, un programa que permitía el acceso desde cualquier computadora personal a la red, cientos de personas tuvieron la primera cuenta de correo electrónico de sus vidas.

Hacia 1994, la UBA logró tener su enlace propio a Internet a través de Telintar[7], con lo que pudo acceder a los demás servicios que ofrecía Internet, además del correo electrónico. Las unidades académicas, por su parte, se interconectaron hacia diciembre de ese año, y en septiembre de 1995 la universidad contaba ya con RedUBA, su propia red, funcionando de manera completa como parte de Internet. En forma paralela comenzó a gestarse la historia de RIU (Red de Interconexión Universitaria), un proyecto para vincular a todas las universidades nacionales dentro de una misma red.

OTRAS REDES

Entre las diversas implementaciones y proyectos de red dentro del mundo académico, no existía en esos años una coordinación orgánica, y muchas instituciones seguían por separado sus propios desarrollos, utilizando tecnologías a veces incompatibles, con objetivos y escalas diferentes. Las redes no estaban en gran parte conectadas, y la necesidad de los investigadores de contar con un sistema eficiente para vincularse con sus pares y realizar tareas de investigación se superponía con diversos proyectos a nivel nacional. Paralelamente, a fines de la década del ochenta, creció el desarrollo de redes de mensajería electrónica basadas en BBS caseros, como FidoNet, que vinculaba a computadoras instaladas en hogares que intercambiaban mensajería a través de líneas telefónicas. Resulta de interés mencionar que este tipo de redes, a pesar de no constituirse como parte de lo que luego se llamaría Internet, tenían acceso muchas veces a un gateway, una vía de salida y entrada hacia redes del extranjero, establecida mediante llamados telefónicos financiados por sus miembros. Por lo que en algunos casos fue posible realizar

intercambios de mensajería, grupos de noticias y hasta programas entre los usuarios de ambos sistemas.

Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), también contaba con una red dentro de BITNET, e intentaba conectarla con distintas redes. Ya en 1982, el Centro de Cálculo Científico de esta institución conectó dos equipos, y luego lo haría con otros más de la Empresa Nacional de Centrales Eléctricas (ENACE), el Centro de Tecnología en Ciencia de Sistemas de la UBA (CTCS) y la Central Nuclear de Embalse (CNE). Pero la red continuaba sin tener un enlace hacia el exterior. En marzo de 1990 [15], Roberto Bevilacqua y Verónica Quatrocchi realizaron un relevamiento sobre los distintos proyectos de implementación de redes académicas en el país. En el apartado referido a la CNEA, expresaban lo siguiente:

> En enero del año 1989, la Comisión Nacional de Energía Atómica se conectó a la red BITNET. [...] desde febrero de 1990, se conectó la Universidad Nacional de La Plata. La red UUCP (UNIX-to-UNIX Comunications Protocol) está orientada a microcomputadoras. Está basada en comunicaciones UNIX, aunque también forman parte de esta red microcomputadores que trabajan bajo DOS (UUPC) y algunas mainframes VAX. La orientación de esta red es básicamente brindar la posibilidad a las instituciones que poseen equipos pequeños y tengan necesidad de comunicación electrónica a través de bajos costos, pues para tener acceso a esta red solo es necesario una PC, un módem y una línea telefónica, siendo la distribución del software gratuita. La conexión entre BITNET y UUCP no se realiza en la Argentina en forma directa en estos momentos. La comunicación se realiza a través de gateways en el exterior. Lo que significa que un mensaje que desde la CNEA se quiera enviar a la Facultad de Ciencias Exactas, debe: salir al exterior, viajar un rato entre varios nodos, pasar por un gateway, para finalmente llegar a destino. Es intención del Centro de Cálculo Científico de la CNEA, que la conexión de ambas redes pueda realizarse en el país. En particular con la inclusión del nodo ARTAN1 (VAX 11-780) estamos estudiando la factibilidad de la utilización del mismo como gateway con la utilización del UUCP/VAX. El objetivo de ARTAN1 no es el de cumplir funciones de ruteo de información, pero debido a la escasez de recursos será utilizado en una primera etapa experimental, hasta la posibilidad de reemplazo por un equipo similar que cumpla estas funciones. El otro aspecto a tener en cuenta, en el caso particular de CNEA, es la posibilidad de la utilización de la Red Pública de Transmisión de Datos (ARPAC), lo que posibilitaría a la instalación a disminuir los costos de comunicación y permitir además la conexión de usuarios con equipos pequeños en forma más flexible [15].

A través de la Universidad de Chile, vinculada a CNEA mediante un enlace satelital provisto por la NASA, la red tuvo su salida internacional. El vínculo trasandino se realizaba por líneas telefónicas y el servicio de DDI (Discado Directo Internacional). El proyecto de una red BITNET en Argentina tuvo entonces su momento más alto, con un funcionamiento

parejo, ya que estaban vinculadas a la CNEA la Universidad de La Plata y el Centro Atómico Constituyentes. A pesar de esto, nunca llegó a constituirse como red nacional de largo alcance.

Red Científica y Tecnológica (RECYT)

En 1987 Alicia Bañuelos, en la Subsecretaría de Informática de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación, se hizo cargo del proyecto Recyt, una abreviatura de Red Científica y Tecnológica. El origen de esta red es fruto de un acuerdo tripartito entre la Secretaría de Ciencia y Técnica, Cancillería y Entel. El Ministerio aportaba el *know-how* y el enlace al exterior con un canal satelital permanente, la Secretaría se comprometía a implementar un proyecto para distribuir los servicios y publicitarla, y Entel se hacía cargo del lado argentino del acceso al enlace, de forma gratuita por un tiempo determinado. Después de ese lapso, la Secretaría se responsabilizaría por los costos. Es importante remarcar que la red había nacido en su etapa como proyecto bajo el paraguas del PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo).

El objetivo central era brindarle a la comunidad académica el servicio de correo electrónico. Al comenzar el proyecto, Recyt contaba sólo con dos computadoras con módems de 2400 bps. A principios de 1990, el enlace satelital de Cancillería comienza a funcionar y se instala una línea punto a punto con la Secretaría, por lo que en este nuevo logro no debían depender ya del buen estado de las comunicaciones telefónicas que a veces convertían cualquier tipo de intento en una desgracia. Los usuarios, como ocurría entre quienes utilizaban los servicios provistos desde la Facultad, se vinculaban desde sus propias computadoras para comunicarse. El crecimiento se dio también hacia instituciones de enseñanza media e institutos de investigación.

La salida hacia el exterior se hacía mediante el enlace con que ya contaba la Cancillería, como parte del acuerdo entre los entes públicos. Sin embargo, el 8 de noviembre de 1990 Entel se privatizó mediante un decreto presidencial, y las telecomunicaciones pasan a manos de dos empresas, Telefónica y Telecom. Para las comunicaciones internacionales, como vimos, se creó una empresa nueva llamada Telintar. Se funda también Startel, que se convierte en la prestadora de datos fronteras adentro. En el momento de revisar las cuentas, Cancillería mostraba una deuda importante con Entel, que Estela Barone, nueva titular de Recyt al pasar Alicia Bañuelos al Ministerio de Economía, debe renegociar.

Aquí debemos resaltar un detalle que puede parecer menor, pero resulta de gran importancia para el nacimiento del primer proveedor de correo electrónico que funcionó por fuera de la órbita del Estado, Retina (Red Teleinformática Argentina). Por la forma en que se había reglado el proceso de las privatizaciones, no se podía realizar enlaces de datos al exterior si no era a través de Telintar. Pero según constaba en la regulación, si a los seis meses de presentada la documentación a la empresa, el vínculo no estaba en funcionamiento, quien lo había pedido quedaba con la libertad de contratar otro proveedor.

Con respecto a Recyt, la única ruta de salida seguía siendo Cancillería. Estela Barone evoca lo que ocurría en ese momento:

> Primero estaba la salida de Cancillería, era la única. El problema fue que en un momento cortaron el vínculo cuando se privatiza, porque cuando Telintar toma la parte de telefonía internacional quedaba una deuda de 450.000 dólares. Una de las primeras cosas que hice que fue negociar una

> financiación, porque cuando surge ese problema teníamos un montón de usuarios y cortaban la posibilidad de salida. Así que se arregló una modalidad de financiación con Telintar para podernos seguir manteniendo, y después regular de alguna forma el vínculo. El problema básicamente era que cuando le pedías a Telintar un enlace internacional hasta EEUU, el único servicio vigente para la empresa era el International Business Connection, pero no lo podías conectar a redes públicas, era el sistema que usaba por ejemplo IBM para comunicarse entre sus empresas. Entonces no tenías ningún servicio posible dentro del país que te permitiera tener un vínculo público [16].

A principios de la década, el proyecto que había nacido en Exactas como RAN, para luego constituirse años después como RIU (Red de Interconexión Universitaria) y Recyt eran las principales vías de acceso al correo electrónico para la comunidad académica. Con el crecimiento del uso de las computadoras personales y la explosiva cantidad de usuarios de ambos servicios (cuando Estela Barone dejó su puesto la red contaba con más de dos mil), crece también la rivalidad entre quienes trabajaban en cada red. Muchas veces los expertos pasaban de prestar servicios en una a hacerlo en la otra, como también a trabajar en Cancillería. Ese enfrentamiento se hace evidente en 1991, durante una reunión en Río de Janeiro, cuando representantes de ambos grupos confrontan en público ante la sorpresa de los presentes que no comprendían el origen de un conflicto que les era ajeno. Los proyectos habían crecido lo suficiente como para intentar una mayor cooperación a nivel internacional, que en el subcontinente no se dio, al igual que el nacimiento de la red, de manera planificada. Estela Barone recuerda ese tiempo:

> La primera reunión se hace en Río de Janeiro en 1991. Fue un papelón porque Argentina fue a pelear a Brasil, que quedó en la memoria de todos. Siempre hubo puja entre Recyt y RIU, así que fuimos a pelearnos allá. Después hubo una segunda reunión en Chile pero hubo muy poquitas personas, creo que la de Chile fue previa a la de Río. La que sigue se hace en Venezuela. A esas reuniones venían de algunos de estos entes de la OEA, la National Science Foundation, porque a ellos también les interesaba que creciera acá. Muchas de las conexiones que se hicieron entre los países estuvieron financiadas por estos organismos. Era un poco tratar de generar las redes en Latinoamérica, fomentarlas en aquellos países en los cuales no había, tratar de conseguir que Cuba consiguiera un vínculo, pero ni siquiera estos entes podían conseguir equipamiento para que ellos lo desarrollaran [16].

Desde el encuentro de Río, se establece un foro permanente de redes académicas para la región, que llevó a cabo reuniones periódicas: la de 1994 se llevó a cabo en Argentina y fue coordinada por Recyt. En el último período antes de la apertura del servicio de Internet comercial (1995), esta red continuó su crecimiento gracias a acuerdos de cooperación con OEA y con el PNUD. Jorge Amodio, que había llegado en 1993 desde Cancillería, colaboró con la formación de profesionales en el área técnica, y con la implementación de una conexión independiente hacia el exterior.

Red de salud

Dentro del ámbito de la salud, en el Hospital de Niños Ricardo Gutiérrez de la ciudad de Buenos Aires se inició el primer experimento con redes en el país. En 1983, IBM donó un equipo con el que el Servicio de Medicina Nuclear organizó una primigenia base de datos [17].

El Dr. Alberto Barengols, miembro de esa área de la institución, convenció a la Dra. Michelle Lapacó, entonces directora del hospital, para adquirir una PC con módem, y desde ese momento se constituyó el *GUTI* (llamado así por Ricardo Gutiérrez), un grupo que funcionaba dentro de Delphi[8] en forma virtual. Allí se publicaban noticias sobre la actividad de las ciencias de la salud y se intercambiaba bibliografía. El problema con el que se encontraban Barengols y los otros miembros del grupo que lo acompañaban –Adolfo Galanternik, Pedro Corral, Carlos Manrique y Eduardo Suárez– era técnico, ya que los usuarios que ingresaban a ese servicio eran muy pocos. Explica Barengols: "La PC era casi desconocida en otros hospitales. El módem era casi desconocido en las casas de computación. Subscribirse a Delphi era demasiado caro para un hospital" [17].

Varios años después, en los que por estas limitaciones el avance del grupo se volvía dificultoso, Eduardo Suárez, un miembro del grupo que trabajaba en el Observatorio Astronómico de La Plata, logró vincular al GUTI con un grupo de debate en la red BITNET llamado NUCMED. Hacia 1986, el proyecto de la Facultad de Ciencia Exactas y Naturales estaba funcionando a toda marcha. Allí acude Barengols y, a través de Nicolás Baumgarten y Julián Dunayevich, rápidamente establece un nodo dentro de lo que ya se llamaba Red Académica Nacional, mientras que Galanternik conectó a su vez a la Facultad de Farmacia y Bioquímica.

En el hospital, un nuevo director, el Dr. Luis Becú, comenzó un plan de informatización que incluía nuevas computadoras de mayor capacidad y nuevos módems, e incorporó la Organización Panamericana de Salud (dependiente de Naciones Unidas) al proyecto, uniéndose asimismo a la RAN con el nodo OPSARG. Quedó entonces constituido el origen de la Red De Salud, con la Facultad de Farmacia y Bioquímica y el Hospital.

En 1987 se produjo un crecimiento dentro del ámbito del propio Hospital de Niños a partir del ingreso de doce nuevas computadoras distribuidas entre los distintos servicios mediante líneas telefónicas internas, mientras comenzaba un proceso de expansión hacia otros centros asistenciales relacionados con el área de salud de todo el país. En tres años los nodos conectados a la incipiente red llegaban a más de trescientos.

La red aparece entonces como un espacio de avanzada dentro de un conjunto de disciplinas muy sensible a las novedades científicas y tecnológicas, donde el material impreso llegaba con mucho retraso. Las bibliotecas especializadas también comenzaban a formar parte del proyecto, y ya en los albores de la década del noventa, Barengols inauguró un nodo privado que luego se convertiría en el proveedor de Internet PCCP, para prestar servicio a las instituciones oficiales a las que la red no podía dar lugar debido a su reducida capacidad operativa. En 1992, contaba con dos mil usuarios conectados a seis nodos distribuidores a lo largo del país.

La Red de Salud, que integró al tiempo un vínculo con BITNET, consiguió brindar acceso a las redes a una gran cantidad de profesionales de la salud que en esos años no contaban con una actualización constante acerca de lo que ocurría en centros académicos de todo el mundo. También es importante remarcar que este caso dio origen a la

experiencia de uno de los primeros proveedores privados de Internet que existieron en el país.

Red Teleinformática Argentina (RETINA)

La Red Teleinformática Argentina nació a partir de un grupo de investigadores, nucleados alrededor de la asociación civil que publicaba la revista *Ciencia Hoy,* que decidieron fortalecer las formas de comunicación que mantenían entre ellos desde las instituciones en las que trabajaban [18]. Con la ayuda financiera de la Fundación Antorchas[9] constituyeron RETINA. La dirección del proyecto estuvo a cargo de Emma Pérez Ferreyra, que venía de presidir la Comisión Nacional de Energía Atómica durante el gobierno de Alfonsín (desde mayo de 1987 hasta julio de 1989) y tenía una amplia experiencia e importantes contactos en el país y en el exterior.

En un principio, las instituciones eran cuatro: la CNEA en Buenos Aires, el CERIDE en Santa Fe y Bahía Blanca, y el CRIBBAB, también de esta última ciudad. La CNEA daba servicios de correo electrónico para sus propios usuarios, mientras que en Santa Fe y Bahía Blanca proveían acceso a cualquier persona que fuera docente o investigador universitario. En 1988, los nodos ya funcionaban mediante una doble conexión: a través de UUCP con el enlace de Cancillería, y una salida vía ARPAC hacia Chile que se llevaba a cabo desde el CRIBBAB.

A medida que la cantidad de usuarios aumentaba, utilizaban el correo electrónico desde todo el país a través de un llamado telefónico a ARPAC, que los conectaba con el nodo del CRIBBAB, un centro que contaba con un gran soporte de infraestructura y de profesionales preparados para brindar el servicio. Hacia 1994, RETINA comienza a dar acceso mediante un vínculo telefónico directo, publicitando los servicios de la red a través de *Ciencia Hoy.*

El problema de los altos costos de comunicación al exterior, soportado por todas las redes en el período estudiado, sufre una modificación cuando se privatiza Entel y surgen Telintar y Startel, como fue explicado anteriormente. El caso de RETINA es de gran importancia por la acción de Emma Pérez Ferreyra y la batalla que da personalmente contra las nuevas empresas privatizadas, al obtener un enlace satelital a un precio mucho más competitivo a través de la empresa Impsat. La pérdida del monopolio por parte de Telintar obligó a esta empresa a ofrecer una tarifa menor para poder competir. Además, le inicia un juicio a RETINA aduciendo que esta red hacía un uso comercial del servicio. Según afirmó Pérez Ferreyra años después [19], recién en 1994 la Comisión Nacional de Telecomunicaciones le permitió obtener un acceso internacional propio. De todos modos, es a partir de ese momento en que la oferta cambió y los centros académicos de todo el país pudieron acceder a Internet a través de distintos prestadores y con tarifas más accesibles, marcando un punto de inflexión en la historia de las redes en Argentina.

CONCLUSIÓN

El uso de Internet en Argentina es hoy, diecisiete años después del inicio de la oferta comercial, el tercero de Latinoamérica, con una penetración del 66,4% [20]. El camino recorrido desde aquellas primeras conexiones experimentales hasta hoy es muy grande, y la red pasó a convertirse de un medio de comunicación exclusivo para un sector del campo académico en un servicio incorporado a la vida cotidiana de una gran parte de la población.

El caso de Argentina nos expone a una coyuntura concreta que tiene que ver con el período en que la red nació, con un país golpeado por siete años de dictadura genocida y empobrecimiento económico. Es en ese contexto, en la Universidad de Buenos Aires de la democracia recuperada, donde el trabajo de un grupo de pioneros comienza a sentar las bases para la llegada de la red. La experimentación con la poca infraestructura disponible, y el espíritu lúdico y a la vez riguroso que caracteriza a toda invención, dio como fruto un proceso que a la luz de la distancia que impone el análisis en retrospectiva parece haber presentado muchos más obstáculos de los que evidencia en una primera mirada.

Es importante remarcar que una gran parte de la historia de Internet a nivel local comienza en el cruce de tres vectores: primero, los intereses, la curiosidad y la fuerza de un grupo de académicos; segundo, los recursos, a veces escasos, y el permiso de la Universidad de Buenos Aires; y tercero, el zigzagueante apoyo material y político de diversas áreas del Estado. El vínculo con las instituciones en los años iniciales de esta investigación, principalmente el Estado y la Universidad, exhibe no sólo cuál era la situación política de los primeros años de la nueva democracia sino también la falta de un plan rector en el amplio sector de las telecomunicaciones. El *Grupo de Exactas* (con algunos actores trabajando luego en Cancillería y en Recyt) conseguía avances significativos por el deseo de conocer más, conectarse con otros países y ofrecer el servicio de correo electrónico a la mayor cantidad de usuarios posibles. Por parte de las instituciones no recibía un apoyo formal ni una dirección concreta. Sin embargo, sus integrantes tuvieron una intuición desde el principio: el modelo de UUCP, USENET y el intercambio de correo electrónico entre diversas redes se impondría al de BITNET en la Internet que se estaba conformando. A lo largo del trabajo ha quedado en evidencia que, como se postuló en un principio, fue la labor de este grupo la que sentó las bases para el desarrollo de la red.

En ese sentido hay que destacar además que, a pesar de haber recibido sustento y legitimidad institucional siete años después del comienzo de su trabajo, y luego de haber sorteado muchas dificultades, es en la pequeña oficina que luego se bautizó como Centro de Comunicación Científica donde la verdadera historia de Internet en el país empezó a gestarse.

En forma paralela el proyecto RETINA, nacido en una organización no gubernamental y financiada por una fundación privada, brindó acceso a la red a muchos usuarios, y cumplió un papel fundamental en el período posterior al estudiado. A partir de las gestiones de Emma Pérez Ferreyra y RETINA, se transformó el esquema reinante del servicio de comunicaciones de datos al exterior. Hasta que el gobierno de Menem privatizó Entel y estableció un monopolio con tarifas altísimas para el acceso internacional, no existió una política de Estado local en el ámbito de la telemática. Recién en 1995, el acceso comercial a la red permitió a los usuarios, empresas e instituciones que no pertenecían al universo académico poder conectarse con Internet.

Otras experiencias como la de la CNEA, la Red De Salud y Recyt son muy importantes porque demuestran que el interés por el desarrollo de vínculos digitales en campos tan diversos como el de la salud y el de la energía nuclear se sobreponía a las dificultades técnicas y financieras que presentaban las instituciones públicas.

Para concluir, debo aclarar que este trabajo tuvo como objetivo describir tan sólo un período de una historia compleja y diversa, y elaborar algunas conjeturas que pueden llegar a echar alguna luz sobre un proceso muy poco observado pero apasionante de nuestra historia reciente.

AGRADECIMIENTOS

A Raúl Carnota, Nicolás Baumgarten, Estela Barone, Fabián Mosenson, Gustavo Turner, FidoNet Argentina, la infinita paciencia y dedicación de Marcelo Urresti, y a Jorge Amodio, primer escriba de esta historia. Además, es necesario resaltar que este trabajo no existiría sin el amable, desinteresado y apasionado aporte de Julián Dunayevich, que no sólo contestó todas y cada una de mis preguntas, sino que co-escribió uno de los trabajos que presentamos en el II Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe que se realizó en Medellín, Colombia, en octubre de 2012.

NOTAS

[1] El 29 de julio de 1966 la policía irrumpió en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, para reprimir a profesores, alumnos, investigadores y no docentes, y encarceló a 400 personas. Casi 1400 profesores renunciaron y 300 partieron al exilio. Esa noche se recuerda como símbolo del fin de un período de florecimiento en la Universidad que había comenzado a mediados de la década anterior.

[2] Juan Carlos Angió para esa época ya trabajaba con redes, y había sido el primer egresado de la Carrera de Computador Científico de la UBA.

[3] X.25 es una norma de red de datos pública que el CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico, un organismo de la Unión Internacional de Telecomunicaciones) recomendó en 1976 por primera vez, hasta que en 1985 se estableció el estándar definitivo. La norma se constituye como una interfaz entre redes de conmutación de paquetes y dispositivos de usuarios que operan en este tipo de redes.

[4] En 1982 Entel, la empresa pública de telecomunicaciones, comenzó a ofrecer el servicio de la primera red nacional de datos. La bautizó ARPAC, un nombre derivado de IBERPAC, debido a que la empresa que ganó la licitación para llevarla a cabo era la misma que la de su par española. Funcionaba con el protocolo X.25 y contaba con diversos nodos a lo largo del país, a los que se podía acceder por enlace telefónico.

[5] El Télex era un servicio de intercomunicación nacido en 1958 que permitía enviar mensajes escritos a través de una red pública similar a la telefónica. Los equipos de este sistema se comunicaban internacionalmente y contaban con teleimpresoras que podían escribir mensajes para ser enviados a equipos similares en destinos locales e internacionales. El receptor podía responder inmediatamente. En la década del ochenta, sus funciones fueron en gran parte reemplazadas por el uso del fax, que podía utilizarse directamente en la red telefónica.

[6] Rick Adams pasó a formar parte de la historia de Internet en la década del noventa cuando creó UUNET, que comenzó como una entidad de bien público para convertirse después en el proveedor comercial de acceso a la red más importante de Estados Unidos.

[7] Empresa encargada de las telecomunicaciones al exterior luego de la privatización de la estatal Entel.

[8] Delphi fue uno de los primeros sistemas en línea comerciales del país. Ofrecía, por un cargo mensual, acceso a grupos de discusión, fax, télex, noticias y mensajería, entre otros.

[9] La Fundación Antorchas era una institución fundada en 1985, que terminó de funcionar en 2006 en Argentina. El grupo económico Empresas Sudamericanas Consolidadas decidió vender sus activos y, con ese dinero, crear una organización sin fines de lucro dedicada a estimular la educación, la investigación científica, la cultura y la promoción social. El mismo grupo financió entidades similares en el continente como Andes, en Chile, y Vítae Apoio à Cultura, en Brasil.

BIBLIOGRAFÍA

[1] “Historia del Departamento de Computación” (ca. 2010). http://www.dc.uba.ar/inst/historia (25 de febrero de 2013).

[2] “¿Dónde están? Listado de desaparecidos de la FCEyN” (ca. 2005). http://www.fcen.uba.ar /prensa/ noticias/documentos/desaparecidos.html (25 de febrero de 2013).

[3] J. Amodio (2008). *Historia de Internet en Argentina*. Documento inédito, Buenos Aires.

[4] J. Dunayevich (2010). Entrevista personal.

[5] J. Dunayecich y F. Novick (2012). *Orígenes de Internet en Argentina. Un testimonio de Julián Dunayevich*, II SHIALC XXX III CLEI, Medellín, Colombia, Octubre 2012.

[6] R. Miller (2005). In Memoriam Alberto Oscar Mendelzon. *SIGMOD Record* 34(4).

[7] J. Quarterman (1991). Networks in Argentina. *Matrix News* 5(8).

[8] M. Fernández (2011). Entrevista personal.

[9] J. Amodio (2010). Entrevista personal.

[10] N. Baumgarten (1986). La Red Nacional Universitaria. http://interred.wordpress.com/ 1986/02/26/la-red-nacional-universitaria/ (25 de febrero de 2013).
[11] Departamento de Computación (1988). Proyecto Red UUCP. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
[12] J. P. Paz (1989). Red Académica Nacional (RAN), un proyecto necesario para la ciencia argentina. *Mundo Informático*, noviembre de 1989, Buenos Aires.
[13] "Historia del CCC" (2008). http://www.ccc.uba.ar (25 de febrero de 2013).
[14] J. Dunayevich y N. Baumgarten (1991). Argentina: Los primeros cuatro años del CCC. *Microsemanario RAN*, 1(9), 18 de febrero/10 de marzo de 1991.
[15] R. J. G. Bevilacqua y V. A. Quatrocchi. Estado de las Redes de Computadoras Académicas en la Argentina. Proyectos. CNEA. (16 de julio de 1990).
[16] E. Barone (2009). Entrevista personal.
[17] A. Barengols (1999). Argentina Red de Salud: Correo electrónico, Internet. Recuerdos del futuro. *Informática Médica* 3, Buenos Aires.
[18] G. Cicileo (2011). Entrevista personal.
[19] Anónimo (2003). Ciencia Hoy y la teleinformática académica ante un nuevo desafío. *Ciencia Hoy* 13(77), octubre-noviembre de 2003.
[20] "Argentina Internet Usage Stats and Market Reports" (2012). http://www.internetworldstats.com/sa/ar.htm (25 de febrero de 2013).

PATRIMONIO IMPERCEPTIBLE
RECUPERACIÓN Y PRESERVACIÓN DE EQUIPOS INFORMÁTICOS CON SIGNIFICANCIA HISTÓRICA

Diego Macchi[*] y Alicia Murchio[†]

El patrimonio es un concepto que cambia con el tiempo y en donde se pueden integrar muchas lecturas posibles. Sin embargo, todavía se encuentra vinculado al legado de un pasado muchas veces difuso y que cobra significancia cuando se encuentra reconocido por un determinado grupo que le atribuye algún valor [1]. De esta manera, la percepción del valor como atributo patrimonial también es variable y puede ser sujeto de discusión. Cualquier componente tangible e intangible de la sociedad tiene la posibilidad de convertirse en patrimonio pero en la práctica, la rapidez con la que ocurren algunos procesos históricos y/o tecnológicos pueden causar verdaderas pérdidas sobre un conjunto de artefactos que se encuentran ocultos por su gran difusión y naturalización.

En ese aspecto, la notable expansión de la informática en todos los aspectos de la vida cotidiana ha sido extraordinaria y constituye un caso paradigmático. No sólo ha creado una sociedad global sino que ha transformado nuestra forma de pensar y comunicarnos. Ciertamente, es virtualmente imposible en la actualidad concebir un mundo sin computadoras. Sin embargo, esta rápida expansión ha dejado de lado o no ha registrado adecuadamente otras facetas de su evolución a punto tal, que muchos objetos que la componen han sido destruidos desconociendo su verdadero valor histórico. De esta manera, los continuos avances tecnológicos tienden a hacernos olvidar rápidamente su propio pasado. Las técnicas, conocimientos, empleos y aún las representaciones simbólicas que se tienen de estos objetos, confluyen y también forman parte del patrimonio cultural. Es importante conocer las capacidades y funcionalidades de cada objeto desde el punto de vista tecnológico pero también recuperar el contexto de invención y las historias de quienes participaron en su desarrollo.

Con la preservación de computadoras históricas, se puede tener una mirada amplia y profunda sobre la evolución, procesos e implicancias sociales ligadas al desarrollo de la informática. Las particularidades que ofrece un museo dedicado a esta temática abren nuevos desafíos en cuanto a dos aspectos claves de cualquier actividad museológica, la restauración y exposición de computadoras. En primer lugar, la complejidad de los componentes involucrados conduce a la implementación de métodos de recuperación de la funcionalidad de la computadora que se encuentran alejados de su diseño original. Por otro lado, la mayoría de los objetos que se exponen en los museos tienen un carácter único que les proporciona un valor singular. Esta característica contrasta fuertemente con productos

[*] IMHICIHU- CONICET, Museo de Informática, Museo LNSE, diegomacchi@fibertel.com.ar
[†] Museo de Informática, info@museodeinformatica.org.ar

de consumo masivo, por lo que obliga a establecer estrategias interactivas que muestren su funcionamiento y evolución en el tiempo, además de las tradicionales exposiciones estáticas.

ACTIVIDADES Y PROYECTOS DEL MUSEO DE INFORMÁTICA

El Museo de Informática de la República Argentina, dependiente de la Fundación Museo ICATEC se dedica a la preservación, documentación y exposición de la evolución informática y su impacto en la sociedad. El Museo alberga la colección más grande de la Argentina de objetos vinculados a la historia de la computación, incluyendo hardware, software, documentación técnica, libros, propagandas y revistas, los que se encuentran disponibles para su uso e investigación. El Museo ofrece una gran cantidad de información única con un catálogo en constante expansión y es un recurso importante para investigadores de la historia de la computación y público en general. A través de su colección, se busca capturar y explorar la evolución tecnológica y su contexto, además de las historias personales que a menudo, también corren el riesgo de perderse. La Fundación cuenta con un plan activo de restauración de computadoras, que sirve para una mejor comprensión del hardware y software histórico, con especial acento en la producción nacional. Por otro lado, se llevan adelante programas de voluntariado en conservación y reparación de computadoras históricas para su exhibición. Asimismo, estos programas también incluyen la posibilidad de colaborar con proyectos de investigación, divulgación y administración del Museo.

La publicación de trabajos referidos a estas tecnologías tiene un rol fundamental en la protección del pasado. De esta manera, la publicación periódica de la Revista de Tecnología e Informática Histórica (ReTIH) se planteado desde sus inicios con el objetivo de dar trascendencia a nuevas y antiguas líneas de investigación, o vinculándose directamente a la resolución de problemas. Por otro lado, esta revista pretende ser un punto de encuentro en el cual se generen nuevos espacios de discusión en torno a la recuperación del patrimonio tecnológico en todas sus vertientes. Así, los artículos que se presentan, directa o indirectamente, son aportes generales y particulares dentro de una concepción de la investigación que permite tener miradas más amplias e integrales sobre aspectos de la realidad del pasado, contribuyendo a la construcción del conocimiento.

La gran mayoría de los objetos tecnológicos han sido reemplazados producto de la constante renovación y han desaparecido en poco tiempo. Así, las tareas que se realizan son esencialmente arqueológicas, con la reconstrucción de eventos y contextos particulares partiendo de información fragmentada y en donde los objetos que se investigan nos dan algunos indicios sobre nuestro pasado. Sin embargo, muchas de estas computadoras todavía se encuentran en nuestra memoria, por lo que su recuerdo no es totalmente inaccesible y es posible seleccionar una mayor cantidad de evidencia. Por lo tanto, las actividades que se desarrollan en la Fundación no sólo tienen como objetivo estimular el interés en la conservación de las primeras computadoras, sino permitir también la exploración de un abanico muy amplio de temas técnicos, históricos y sociales de nuestro pasado que de otra manera, habrían caído en el olvido.

Hasta el momento las exposiciones que ha realizado el Museo son itinerantes y relacionadas en gran medida con el ámbito académico y educativo. El objetivo actual es la creación de la infraestructura necesaria para preservar efectivamente las colecciones digitales actuales, así como también las futuras adquisiciones, previniendo la pérdida del patrimonio por degradación física y obsolescencia. La implementación posterior de una

biblioteca digital también puede proveer un acceso a largo plazo de recursos digitales en sus formatos nativos y a su vez fomentar el traspaso a otros formatos modernos para garantizar su preservación en el tiempo. No obstante, una gran cantidad de tareas que se han proyectado se encuentran obstaculizadas por la falta de un espacio propio en el cual desarrollar las actividades. La instalación de museos del mismo estilo en otras partes del mundo ha ocurrido hace décadas [2], por lo que todavía no se ha valorado correctamente la dimensión de los resultados materiales de los procesos de transformación de industria informática.

EL PATRIMONIO Y LAS COMPUTADORAS. LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LA TECNOLOGÍA

La actual concepción de patrimonio incluye una amplia selección de objetos, prácticas, hábitos, aspectos simbólicos y saberes acumulados. En ese sentido, cualquier elemento puede convertirse en referente patrimonial y despertar algún tipo de expectativa. Los artefactos tecnológicos tienen una gran importancia en la sociedad y reflejan un momento determinado de la historia que los convierten en objetos de interés. En general, se los reconocen como uno de los factores de desarrollo y progreso en el campo científico y técnico [3]. Si la discusión se limita a los productos derivados de la revolución informática de los últimos treinta años y en relación con la escasa percepción pública sobre su profundidad histórica, las computadoras conforman un verdadero patrimonio emergente cuya significancia muchas veces es subestimada.

En el contexto actual, la herencia de las últimas décadas de evolución en las ciencias de la computación e informática se encuentra amenazada. Los objetos que fueron testigo del desarrollo e innovación en el área se convirtieron en artículos de consumo con una alta tasa de recambio. Muchas veces, la importancia de su valor es desconocida y tiene como resultado que su preservación se vuelva problemática. A nivel mundial, hay instituciones que se dedican total o parcialmente a este campo pero es usual que lo hagan con los aspectos tecnológicos, dejando de lado los factores históricos, sociales y científicos. De esa manera, las exposiciones sobre innovaciones tecnológicas adquieren una concepción artefactual o instrumentista al considerar que se construyen para resolver una diversidad de tareas. En consecuencia, la tecnología se vincula con la producción de bienes materiales que comienzan y terminan en los artefactos. Por otra parte, esta imagen también tiene una connotación más profunda cuando se trata de separar a los objetos tecnológicos de su entramado social.

Una manera efectiva de resolver las dificultades que se presentan cuando se exhiben productos tecnológicos es adoptar una perspectiva que muestre que la ciencia y la tecnología pueden ser entendidas como una construcción social [4]. La tecnología también puede reflejar y ser reflejo de los planes, propósitos y valores de nuestra sociedad al incorporar otros actores en las decisiones tecnológicas [5]. Esta construcción social de la historia de la computación destaca que no hay una manera particular de diseñar objetos tecnológicos y por lo tanto, no existe una sucesión lineal de desarrollos informáticos. Los equipos que llegan al público son tanto el resultado de negociaciones políticas y sociales entre una variedad de grupos como la emergencia natural del mejor diseño técnico o el más eficiente. Este enfoque se ha utilizado especialmente en la narración de los orígenes de la computación personal aunque todavía prevalece la descripción evolutiva de productos relacionados con la potencia de cálculo y solución de problemas. No obstante, en los últimos

tiempos se ha comenzado a abandonar este tipo de análisis y se ha favorecido la perspectiva construccionista.

UN CASO PARADIGMÁTICO: CLEMENTINA (1961-1970)

La evolución de las modernas computadoras como instrumento de cálculo y procesamiento comenzó a mediados de la década del ´30 aunque sin lugar a dudas, su concepción tuvo lugar mucho antes [6]. Esta evolución estuvo vinculada principalmente a la naciente industria electrónica luego de la II Guerra Mundial, en las que las válvulas sustituyeron los componentes electromecánicos y en la década siguiente, a los avances en técnicas de almacenamiento de datos que permitieron la ejecución de múltiples tareas. No obstante, estos avances tecnológicos ingresaron al país con un considerable retraso luego del golpe de estado que derrocó a Juan Domingo Perón en 1955. Esta situación se encontraba vinculada principalmente a cuestiones políticas dentro de los claustros universitarios en donde intervenían grupos antiperonistas que tuvieron una activa participación en la Revolución Libertadora. Para ese año, el área de informática no contaba con una masa crítica de investigadores y pocos conocían el estado de las investigaciones que ocurrían en otros países. Un creciente número de intelectuales que consideraban a la ciencia y la tecnología como una parte significativa para el desarrollo del país adquirieron influencia y promovieron la compra de la primera computadora académica del país [7].

Hacia 1960, el equipamiento de procesamiento de datos más avanzado de la Argentina consistía solamente de tabuladores electromecánicos basados en tarjetas perforadas. Ese mismo año, se instaló en la exposición del sesquicentenario de la Revolución de Mayo la primera computadora de características modernas que funcionó en el país, una IBM 305 RAMAC que fue programada para contestar preguntas de carácter histórico al público. Unos días después, comienzan a trabajar de manera continua tres equipos, dos UNIVAC SS90 de la empresa Sperry Rand y una IBM RAMAC 650 en dos dependencias que se encontraban bajo la órbita estatal. El equipo de IBM se instaló en la Empresa de Ferrocarriles del Estado Argentino (EFEA) y estaba construido con válvulas, contando con una memoria de tambor magnético y lectora de tarjetas perforadas. En cambio, en Transporte de Buenos Aires se instalaron las UNIVAC, fabricados con algunos transistores y que también empleaba una memoria de tambor magnético, entrada por tarjetas perforadas e impresora [8].

En el aspecto académico y en un contexto de considerable retraso con otros centros de investigación, la figura de Manuel Sadosky claramente se eleva sobre todas las figuras que contribuyeron al nacimiento y desarrollo de la computación en el país. Luego de haber conseguido su doctorado en matemática, se interesó en las ciencias de la computación y su aplicación científica. Previamente a la creación del Instituto de Cálculo en 1961, había conseguido de las autoridades del CONICET, la financiación de £ 152.099 (unos 4,5 millones de dólares al cambio actual) para la compra de una computadora, la cual comenzó a operar ese mismo año e indudablemente fue la más reconocida [9]. La Mercury II de Ferranti no era una computadora de dimensiones pequeñas. Ocupaba 18 metros de longitud en una sala construida especialmente en el edificio de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires y se encontraba continuamente refrigerada para mantener sus válvulas a temperatura constante. La entrada de datos se realizaba inicialmente por medio de cintas de papel perforadas y contaba con una memoria de 1024 bytes. Adicionalmente, empleaba cuatro tambores de memoria de núcleo magnético que le proporcionaba 8 kB más y los resultados

se mostraban también en cintas de papel o en un teletipo. Al mismo tiempo que se creaban los primeros cursos de computación en 1963, Clementina era utilizada en la resolución de problemas muy amplios, desde modelos econométricos hasta lingüísticos, pasando por un abanico muy amplio de problemas de análisis numérico, estadística, mecánica sólida y de fluidos e hidrología.

El golpe de estado de 1966 condujo al exilio a una brillante generación de científicos e ingenieros argentinos. Sin personal idóneo que la operase y un mantenimiento adecuado, eventualmente Clementina fue dejada fuera de servicio en 1970 y posteriormente desmantelada [10]. En el ámbito educativo, la ausencia de docentes capacitados para cubrir las materias vacantes a causa de los sucesos de la Noche de los Bastones Largos, fue cubierta por ingenieros vinculados a IBM, que convirtieron a la carrera del Instituto de Cálculo en una filial de la empresa y que terminaron por cambiar el perfil de la carrera. Esta situación continuaría predominando hasta 1971, cuando una huelga de estudiantes obligó la renuncia de todos los profesores y la reconversión total de programas [11]. No obstante, el Instituto de Cálculo fue la piedra basal en la que se apoyaron otros centros de investigación y académicos que estuvieron involucrados en la formación de profesionales. Los conocimientos adquiridos permitieron operar la totalidad de las casi 340 computadoras que existían en todo el país, tanto en el sector público como el privado y abrieron nuevas posibilidades para el procesamiento de información.

INTEGRACIÓN TÉCNICA Y EXPOSITIVA

La historia de la primera computadora académica del país revela algunas cuestiones vinculadas con las tareas que un museo de informática debe resolver en cuanto a conservación, restauración y exposición. Estos temas son similares para todos los sistemas informáticos y pueden generalizarse para cualquier período histórico, sin dejar de lado sus propias particularidades. En primer lugar, se encuentran los aspectos técnicos que apuntan en mayor medida y sin ser exhaustivos, a las fallas en el funcionamiento que son proporcionales a la antigüedad de la computadora. Por otro lado, se debe contar con la disponibilidad de dispositivos para efectuar la recuperación de información y programas utilizados. En segunda instancia, se debe establecer un marco educativo tanto en la teoría como en la práctica para poder alcanzar los objetivos de la exposición, en relación al aprendizaje de estos sistemas en sus condiciones originales. Finalmente, el contexto histórico adquiere una gran importancia para comprender e interpretar los procesos de invención, desarrollo y sus rupturas.

Aspectos técnicos

Si bien una exposición estática es interesante en cuanto al diseño industrial, para demostrar las dimensiones de una computadora o simplemente desde el punto de vista nostálgico, para la mayoría de los visitantes observar los sistemas informáticos en sus condiciones de operación originales tiene una mayor relevancia. En ese sentido, se deben mantener una gran parte de los equipos completos y en funcionamiento. Esta finalidad trae aparejado una cierta cantidad de inconvenientes que es necesario tener en cuenta al momento de planificar las tareas de conservación, restauración y planificación de una exposición.

El ciclo de vida de un sistema informático se encuentra relacionado con el funcionamiento de sus componentes. Por otra parte, también son importantes las piezas que no forman parte de las operaciones de la computadora en sí misma, como las carcasas que albergan los diversos sistemas. En este aspecto, algunas partes plásticas pueden volver a sus características anteriores y en otros casos, las partes mecánicas corroídas se pueden estabilizar o en última instancia, reemplazar por similares [12].

En cuanto a los elementos de los sistemas electrónicos, en algún momento no será posible obtener las partes que sustituyan las dañadas. Consecuentemente, varios circuitos integrados pueden llegar a ser reemplazados con derivados fabricados mediante ingeniería inversa. Asimismo, en la actualidad se encuentran disponibles emuladores de la mayoría de las computadoras más populares y se encuentran avanzados proyectos que replican directamente componentes que no están en producción. En cambio, uno de los elementos que presenta con el tiempo una tendencia clara hacia las fallas son los capacitores. El reemplazo por unidades modernas con la misma funcionalidad es una opción válida de la misma manera que los transistores. Por otro lado, el ciclo de encendido también es causa de la degradación progresiva de los equipos. Las fallas de los tubos de rayos catódicos que se encuentran en los monitores CRT, transistores y las válvulas de vacío de equipos fabricados antes de la década del ´70 habitualmente se relacionan con estos eventos. En estos casos, también se pueden sustituir por componentes actuales de similares características, aunque en algunas ocasiones no es posible por la ausencia directa de reemplazos.

En definitiva, en la práctica no se puede esperar que las computadoras se encuentren en condiciones operativas por más de unas décadas. De esta manera, una aproximación estadística a la confiabilidad de los distintos componentes electrónicos adquiere relevancia para conocer cuántas partes se deben tener disponibles para prolongar el funcionamiento de los sistemas informáticos. Estas dificultades que aparecen en el transcurso de la vida útil de cualquier computadora hacen necesario que el encargado de mantenimiento de la colección informática tenga un conocimiento general sobre temas relacionados con la ciencia de la computación, mecánica y electrónica.

Los visitantes de las exposiciones también se encuentran interesados en los programas que se ejecutaban en los sistemas informáticos históricos y la colección de datos. Estos programas, así como los datos procesados o producidos están impresos en papel o tarjetas perforadas, grabados en distintos tipos de cintas magnéticas y discos, o directamente encontrarse en otros medios de almacenamiento. La conservación de computadoras con estas características tiene aplicaciones prácticas tal como la recuperación de datos en formatos nativos. En consecuencia, se debe tener acceso a periféricos capaces de realizar la lectura de esos soportes para poder preservar la información digital en medios modernos. La información recuperada puede ser utilizada en emuladores u otros medios para su exhibición, de acuerdo a la obsolescencia de los equipos.

Aspectos expositivos

La educación es una parte importante de la relación de los museos con el público. El contexto actual ha modificado la estructura social y cultural en la que los distintos enfoques educativos tienen lugar, aumentando su complejidad pero también las alternativas disponibles. Los cambios se traducen también, en las expectativas que se tienen de las instituciones que desarrollan estas tareas [13]. En los museos, la enseñanza ha adquirido una nueva dimensión al incorporar la experiencia de los visitantes en el marco de la educación.

En ese sentido, los objetos que representan la temática de las exhibiciones se pueden convertir en centrales en el proceso educativo al estimular la participación activa a través de la interacción del público con los artefactos [14]. En el caso del Museo de Informática, esta oportunidad de establecer una enseñanza complementaria al de las instituciones educativas formales es facilitada por la experiencia previa de la mayoría de los visitantes en el empleo de computadoras. Así, las oportunidades de aprender se encuentran basadas en el interés, el descubrimiento y la construcción de nuevos significados a partir de otros conocidos, lo que puede ser definido como una tendencia hacia un enfoque constructivista de la enseñanza en las exposiciones.

Aunque el Museo sigue conservando el rol tradicional en cuanto a la colección, preservación, documentación y restauración, la faceta educativa no es secundaria en cuanto a la interpretación de los objetos y su empleo original. Uno de los aspectos fundamentales de estas exposiciones es la posibilidad de aprendizaje por descubrimiento, en el que los visitantes interactúan con parte de las computadoras u otros elementos relacionados que se encuentran en exhibición. Por otra parte, se enfatiza en la exploración de los materiales, que se potencia por los conocimientos previos de cada uno de los visitantes para experimentar las condiciones originales de uso. Además, las muestras son acompañadas por videos explicativos que presentan el marco histórico en el cual fueron desarrollados los sistemas informáticos, además de paneles explicativos sobre las características técnicas. Las propagandas de los equipos en exposición es otro instrumento útil que puede establecer el contexto comercial en el que surgieron estos productos. En este punto se puede visualizar la utilidad de los conocimientos previos de los visitantes para construir un vínculo entre distintas épocas. Las diferencias entre costos iniciales y prestaciones de equipos actuales e históricos pueden demostrar la evolución de la informática en el tiempo y ayudar a fijar los conocimientos que se proponen.

Finalmente, la tarea de difusión es una función central de todo museo. En las exhibiciones del Museo de Informática se articulan discursos sobre los que inciden la selección de los objetos y sus relaciones. Las exposiciones no se diseñan de manera lineal, aunque ciertos núcleos expositivos básicos se implementaron de acuerdo a la temática central de las muestras. El guión conceptual trata de transformar un conjunto de sistemas informáticos estáticos en una exposición dinámica que si bien puede admitir distintas lecturas, conduce al visitante a observar e internalizar los procesos que condujeron a la evolución de las computadoras.

CONCLUSIONES

Entre 1945 y la actualidad las computadoras sufrieron un proceso de transformación y en cada oportunidad, redefinieron su esencia. Los orígenes de la computadora moderna estuvieron relacionados con la posibilidad de realizar cálculos científicos. Posteriormente, se convirtió en un mecanismo para el procesamiento general de datos para luego ser modificada en un procesador de información en tiempo real que interactuaba con los usuarios [15]. Con el tiempo, se transformó en un objeto con muchas utilidades que cualquiera podía tener y usar para reinventarse en una plataforma estándar con la posibilidad de conectarse a una red global. Finalmente, los avances tecnológicos permitieron su empleo en cualquier lugar al liberarse de las ataduras del tamaño [16].

Cada transformación produjo una cantidad de artefactos peculiares cuyo valor patrimonial muchas veces no es reconocido sino que lo que se percibe como valioso son los

cambios que introdujeron en la sociedad. En contexto, las computadoras se convirtieron en artefactos con una gran distribución y difusión para transformarse en paradigmáticos. Estos artefactos tecnológicos son culturalmente construidos en cuanto a que una gran cantidad fueron impulsados por individuos con una noción idealista de las formas que deberían adoptar la informática y otros fueron estimulados por el marco histórico o comercial.

Las distintas lecturas e interpretaciones son un campo fértil sobre el cual se puede aplicar una gran cantidad de técnicas museológicas tradicionales pero a su vez, abre nuevas oportunidades sobre aspectos de conservación y restauración. Estas cuestiones conducen a ciertos desafíos técnicos para garantizar su funcionamiento a mediano plazo y establecer algunas estrategias expositivas que están limitadas por la característica itinerante del Museo de Informática. Sin embargo, la preservación y difusión de estos artefactos es una tarea de importancia para observar la evolución técnica y el impacto social que se encuentran relacionados con una de las más grandes invenciones humanas, la computadora.

BIBLIOGRAFÍA

[1] C. Caraballo Perichi (2008). El patrimonio cultural y los nuevos criterios de intervención. La participación de los actores sociales. *Palapa*, Vol. III(1), pp. 42.

[2] G. Bell (2011). Out of a Closet: The Early Years of The Computer [x] Museum. Microsoft Research Silicon Valley Laboratory, 2011. http://research.microsoft.com/pubs/147240/bell_origin_of_ the_computer_history_ museum_v2. pdf (27 de septiembre de 2012).

[3] M. González García, J. López Cerezo y J. L. Luján López (1996). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología.* Madrid, Tecnos.

[4] T. Pinch y W. Bijker (1987). The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and Sociology of Technology Might Benefit Each Other. En: W. Bijker, T. Hughes y T. Pinch (eds.). *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, p. 25, The MIT Press.

[5] P. Atkinson (2005). Man in a Briefcase: The Social Construction of the Laptop Computer and the Emergence of a Type Form. *Journal of Design History*, 18(2), p. 194.

[6] D. Macchi (2012). Descifrando la mecánica del cielo. El mecanismo de Anticitera. *Revista de Tecnología e Informática Histórica* 2(1), p. 1.

[7] N. Babini (2003). *La Argentina y la computadora. Crónica de una frustración*. Ediciones Dunken.

[8] N. Babini (1997). La llegada de la computadora a la Argentina. *Llull*, vol. 20, p. 468.

[9] P. Jacovkis (2006). The first decade of computer science in Argentina. En: J. Impagliazzo (ed.). *IFIP International Federation for Information Processing, Volume 215: History of Computing and Education 2* (HCE2), p. 181, Boston, Springer.

[10] R. Carnota y M. Perez (2009). Continuidad formal y ruptural real: la segunda vida de Clementina en el Instituto de Cálculo. En: J. Aguirre y R. Carnota (comps.). *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, p. 144, Universidad Nacional de Río Cuarto.

[11] R. Carnota, P. Factorovich y M. Perez (2009). IBM Go Home! En: J. Aguirre y R. Carnota (comps.). *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, pp. 147-166, Universidad Nacional de Río Cuarto.

[12] D. Macchi (2011). Conservación de plásticos y reversión de colores anómalos, *Revista de Tecnología e Informática Histórica* 1(1), p. 9.

[13] G. Hein (1998). *Learning in the Museum*. Taylor & Francis.

[14] J. Santacana Mestre (2005). Museografía didáctica, museos y centros de interpretación del patrimonio histórico. En: J. Santacana Mestre y N. Serrat Antolí (coords.). *Museografía didáctica,* 2da. edición, pp. 63-102. Ariel.

[15] M. R. Williams (2000). A preview of things to come: some remarks on the first generation of computers. En: R. Rojas y U. Hashagen *(eds.). The first computers: history and architectures*, pp. 1-13. MIT Press, Cambridge.

[16] P. Ceruzzi (2003). *A History of Modern Computing,* 2nd. Edition. The MIT Press.