

DE CÓMO AMÉ A LA COMPUTADORA, LLEGUÉ A ELLA Y FUI CORRESPONDIDO

Wilfred Oscar Durán Salvador, Profesor Titular Jubilado, Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Integrante del personal del Instituto de Cálculo, FCEN, UBA, hasta 1966.

w.duran@cantv.net

El 9 de marzo de 1900 nace Howard H. Aiken , diseñador de MARK I y MARK II de Harvard . [1]
El 6 de septiembre de 1906 nace Luis Federico Leloir , premio Nobel de Química 1970. [2]
El 30 de agosto de 1907 nace John Mauchly , co-inventor de ENIAC . [3]
El 26 de junio de 1911 nace Sir Frederic (Freddie) C. Williams , co-diseñador de la Ferranti Mark I . [4]
El 13 de abril de 1914 nace Manuel Sadosky , matemático, padre de la computación científica en la Argentina, quién en 1960 funda el Instituto de Cálculo y luego crea la carrera de Computador Científico . [5]
El 9 de abril de 1919 nace John Presper Eckert , co-inventor de ENIAC . [6]
El 18 de enero de 1920 nace Oscar Varsavsky , químico, quién en el Instituto de Cálculo sería destacado investigador en el área de modelos matemáticos de experimentación numérica . [7]
El 11 de agosto de 1921 nace Tom Kilburn , co-diseñador de la Ferranti Mark I . [8]
El 3 de diciembre de 1924 nace John Warner Backus , inventor del FORTRAN . [9]
El 2 de junio de 1926 nace Rebeca Cherep , matemática, coautora de libros con Manuel Sadosky , cofundadora del Instituto de Cálculo .
El 3 de enero de 1929 nace Gordon Earle Moore , quién en 1968 funda INTEL [10]

Sin pretender compararme con las personas cuya información vital puede encontrarse con Google y que yo copio en los cuadritos que salpican estas líneas de recuerdo del Instituto de Cálculo, voy a comenzarlas con mi información vital, la cual puede justificar mi pertenencia a esta institución pionera.

1932-1940

Nací el 6 de octubre de 1932, en el pueblito Passo, partido de Pehuajó, a 400 Km de Buenos Aires, pero no para el Sur, rumbo que acostumbran a tomar en Enero los porteños, sino hacia La Pampa. Mi padre era comprador de cereales para Bunge y Born [11], mi madre hija del hotelero. Afortunadamente mis padres decidieron emigrar a Buenos Aires antes de yo cumplir los dos años. A Villa Celina, a dos cuerdas de la General Paz, que entonces era un potrero por donde pasaban los arreos de vacas hacia Mataderos (su pavimentación comenzó en 1937 [12]). Calles de tierra, por donde mi abuelo paterno circulaba en su Dodge Blue Bird, [13] y tuvo que acostumbrarse a demorar el giro del volante en las esquinas, pues el auto respondía más rápido que el caballo del sulky que pilotaba antes de comprarlo.

El 6 de octubre de 1940 nace John E. Warnock , quién en 1982 funda Adobe Systems [14]

1940-1949

En 1940 mi padre, ferviente partidario de Inglaterra –donde había hecho estudios comerciales- en la recién iniciada Segunda Guerra Mundial, decide enviarme al Colegio Ward en Ramos Mejía, que si bien no era inglés, era de ese naciente poder llamado USA, donde también se hablaba algo parecido al inglés. Para ello tenía que cruzar la General Paz, a babuchas de alguien con grandes botas si llovía, tomar el colectivo 15 para todo su recorrido hasta Liniers, donde me recogía el ómnibus de la escuela. Dos años después nos mudamos a Ramos Mejía, frente a la escuela, con lo cual me convertí en un sedentario individuo hasta 1948, cuando presenté libre quinto año y me gradué de bachiller.

En 1943 John Mauchly y John Presper Eckert comienzan a desarrollar ENIAC , finalizada en 1946 [15]

En 1944 en la Universidad de Harvard se construye bajo la dirección de Howard H. Aiken MARK I [16] y en 1945 MARK II
--

En 1944 comienza -por los mismos constructores de ENIAC- la construcción de EDVAC – operativa en 1951-, primera computadora binaria [17], con 1 K de memoria serial de 44 bits, suma, resta y multiplicación automáticas y división programada, exactamente igual a la futura Mercury del Instituto de Cálculo

1949-1956

Como mi primer amor fue la Matemática, los familiares y amigos me decían que estudiara Ingeniería, así que en 1949 emprendí la expedición a Perú 222. “Vengo a estudiar Ingeniería” “Pero hay varias...” “¿Ah, sí?” “Sí, Civil, Naval y Mecánica...” “Bueno, anóteme en Civil.” Así de fácil fue mi escogencia. Después supe que en la ventanilla de al lado podría haberme inscripto en la Licenciatura en Matemáticas, carrera cuya existencia ignoraba. Y así comencé mis estudios en 1950, después de aprobar un espantoso examen de admisión (examen escrito de cinco materias y, si se aprobaban todas, exámenes orales de cada una de ellas) donde conocí a la Dra. Celina H. Repetto, renombrada autora de libros de texto para la secundaria [18], la cual me preguntó el teorema más difícil del programa de Geometría –distancia entre dos rectas alabeadas– y que por ser el más difícil era el que con más cuidado tuve que estudiar y, por lo tanto, el que mejor sabía.

El 12 de febrero de 1948 nace Raymond Kurzweil , inventor, músico, empresario, escritor y científico especializado en Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. [19]

En 1949 se construye MARK III [20], siempre en Harvard y bajo la dirección de Howard H. Aiken
--

En 1950, 51 y 52 cursé los tres primeros años de Ingeniería Civil; en particular tomé Análisis Matemático I, II y III. Los tres años fui delegado estudiantil de esa materia. En 1951 (o fue 1952?) apareció un anuncio del Instituto Geográfico Militar en la cartelera, ofreciendo a estudiantes de Ingeniería trabajo como Calculista en esa dependencia y allá fui a ganarme el pan por un año, en horario militar de 7 a 13, lo cual me permitía seguir cursando materias por la tarde. A calcular coordenadas Gauss-Kruger [21] de la densificación de la red argentina, con

calculadoras Frieden manuales, de aspecto similar a la de la foto que sigue. El primer factor se marcaba en el tambor corriendo unas pequeñas palancas que sobresalían al frente (no con botones como en la foto) y luego se daban tantas vueltas al tambor con la manija lateral como el valor del último dígito del segundo factor, se corría el tambor un lugar hacia la izquierda, y se daban tantas vueltas como indicara el siguiente dígito del segundo factor, y así con todos los dígitos. Cada vuelta sumaba el primer factor al contenido del visor del resultado, y cada desplazamiento hacia la izquierda multiplicaba por diez a la siguiente suma: exactamente igual a la multiplicación manual que se enseñaba en la escuela primaria antes de la era de las pequeñas calculadoras electrónicas. Creo que aquí comencé a pensar en los monstruos que se estaban inventando en Europa y en los Estados Unidos, bajo los auspicios del Departamento de Defensa, disponibles solamente en las grandes universidades que las diseñaban.



En 1951 se termina la **Ferranti MARK I** [22], diseñada en la **Universidad de Manchester** por **Freddie Williams** y **Tom Kilburn**, primera computadora de uso general disponible comercialmente, y directa predecesora de la **Mercury**

En 1953 hice el servicio militar, donde después de algún tiempo en el C10 de Campo de Mayo, conseguí ser pasado como traductor a una oficina en el Ministerio, lo cual me permitió proseguir mis actividades académicas. El profesor de Análisis Matemático II, Ing. Pedro F. J. Capelli, me ofreció una ayudantía, ad honorem, por supuesto, pues los sueldos estaban reservados para quienes portaban carnet del partido dominante hasta 1955.

En 1953 se lanza la primera computadora disponible comercialmente de la **IBM**, la **701** , de la cual se construyeron 19 [23]

En 1954 se funda el Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (**CERN**) [24] en el cual se dispondrá de una computadora **Mercury** similar a la del IC, y con el cual se intercambiarían programas

El 24 de febrero de 1955 nace Steven (**Steve**) P. **Jobs**, quién en 1976 funda **Apple** [25]

El 27 de abril de 1955 nace **Eric Emerson Schmidt**, ingeniero, ex-miembro del directorio de **Apple**, jefe ejecutivo (CEO) de **Google** [26] hasta el 21-1-2011

El 28 de octubre de 1955 nace William (**Bill**) H. **Gates**, quién en 1975 funda **Microsoft** [27]

En 1955 **IBM** produce la computadora **702** [28]

El 2 de octubre de 1955, a las 11.45 pm se apaga finalmente la **ENIAC** [29]

Ya en 1952 había decidido dejar la Ingeniería, porque ya no había más asignaturas de Matemática, y decidí cambiarme al Profesorado en Matemáticas pues ya había descubierto mi vocación docente mediante clases particulares y el Ministro de Educación del gobierno de turno había manifestado públicamente que iba a acabar con los profesionales que daban clases en las escuelas secundarias – yo todavía creía en los anuncios de las autoridades oficiales... Para los trámites burocráticos y equivalencias me ayudó la misma Dra. C. H. Repetto que me había exigido en mi examen de admisión, la cual era Jefa de Trabajos Prácticos de Análisis III y Directora de la Sección Matemáticas del Instituto Nacional Superior del Profesorado. Comencé inmediatamente a cursar esta carrera y terminé en 1954, quedándome sólo una materia (difícil) por aprobar; como mi tiempo libre de otras actividades lo dedicaba a dictar clases particulares en casa de mis padres, y esta actividad era especialmente lucrativa en las épocas de examen de diciembre y marzo, no quise abandonarla para tomarme el tiempo para estudiar para el examen que me faltaba: para qué, si igual que en la Universidad, los puestos estaban reservados para el partido en el poder. Como en septiembre de 1955 el poder cambió de manos, en diciembre dejé mis clases particulares y me gradué en el Profesorado. En noviembre ya era Ayudante con sueldo en Ingeniería. Y en marzo de 1956 tenía unas horas en el Comercial 23.

1956-1958 La emigración infructuosa

Con respecto a estudios, ya desde 1954 y por varios años, un grupo de ayudantes de Análisis Matemático habíamos organizado algo así como un seminario privado para estudiar y discutir temas de matemáticas (y también algo de computadoras) de los cuales cualquiera de nosotros consiguiera información escrita; los libros de matemáticas eran raros en aquellos años. Recuerdo que en una oportunidad nuestro Jefe de Departamento, al cual veíamos muy rara vez por las múltiples actividades que tenía en otros lugares, el ilustre Julio Rey Pastor, me llamó a su oficina para encargarme un trabajito. Cuando entré, estaba revisando unos papeles que había tomado de la gaveta grande de su escritorio, la cual estaba marcada PI; en ella guardaba el material que le enviaba su colega Pedro Pi Calleja para el segundo volumen del libro *Análisis Matemático* de Rey Pastor, Pi Calleja y Trejo (el primero ya estaba publicado). Me dijo, al tiempo que descartaba algunas hojas, “Si no hago esto, el libro va a ser sensiblemente cúbico.” El trabajito que me encargó consistía en buscar y seleccionar, en libros de la biblioteca, problemas y ejercicios para incluir en un libro que estaba planificando para cubrir mejor el Análisis que necesitaban los estudiantes de Ingeniería; este proyecto lo abandonó ante la aparición del libro *Elementos de Cálculo Diferencial en Integral* de M. Sadosky y R. Cherep de Guber.

Los años 1956 y 1957 fueron de trabajo, en Ingeniería y en escuelas secundarias; en éstas, donde recorrí varias tomando suplencias por unos meses, me salía algunas veces de los áridos programas para contarles a los alumnos algunos cuentos sobre computadoras.

En 1957 IBM presenta el lenguaje FORTRAN , desarrollado por John W. Backus [30]
El 4 de octubre de 1957 es lanzado por la URSS el satélite artificial SPUTNIK [31]
En 1958 IBM presenta el lenguaje FORTRAN II [32]

El día y hora anunciados para el primer paso del Sputnik sobre Buenos Aires, me encontraba en el edificio de Las Heras a una cuadra de Pueyrredón, donde funcionaban los

primeros años de Ingeniería, tomando un parcial de Análisis Matemático. Les avisé a los alumnos del hecho histórico, les dije que dejaran las hojas del examen sobre las mesas y nos trasladamos a la azotea del edificio para intentar verlo, y uno de los alumnos lo detectó, lo observamos hasta su desaparición y volvimos al aula, con descuento del tiempo empleado para la observación.

Mi fiebre por las computadoras importantes, que no existían en la Argentina, pero de las cuales había noticias en las revistas de la época, seguía aumentando. El 20 de diciembre de 1957 conseguí una visa de inmigrante de Estados Unidos y, con la ayuda económica de mi padre, emprendí el largo viaje a ese país –un DC-6 desde Morón hasta Santiago de Chile, para atravesar los Andes, y luego un DC-4 con escalas de reabastecimiento en Antofagasta, Quito, Panamá, llegando a Miami el 9 de enero de 1958– para tratar de conseguir trabajo para acercarme a los monstruos. En la aldea de Miami –no habían llegado aún los cubanos: Fidel Castro estaría un año más en Sierra Maestra– tuve una oportunidad grandiosa. Un día aparece en el periódico local un largo anuncio con el título “Haga su futuro en Computación con su pasado en Matemáticas o Ciencias” que ofrecía entrenamiento (pago) para trabajo en esa área. “Para entrevista en Miami tales días, llamar a tal número telefónico.” Llamé, hablando en inglés pero con tonada porteña inevitable, y el entrevistador me pregunta si era ciudadano de los Estados Unidos. Le dije que no, pero que tenía los documentos en orden y que aspiraba a ser ciudadano en cuanto me fuera permitido. Allí se acabó mi oportunidad. Me dijo que el trabajo era para el Departamento de Defensa y que exigía la ciudadanía. Usted sabe, el espionaje, etc. Me fui a Tampa, donde por lo menos había una Universidad, pero no tenían computadora ni planes para tenerla. Entonces me mudé a New York donde, entre otras posibilidades, fui a la sede de la IBM para solicitar trabajo; lo mismo, me dijeron que si quería trabajar en IBM que fuera a la sucursal en Buenos Aires. Así que me resigné y regresé a mi patria en febrero, para no perder mis trabajos docentes, que se reanudaban habitualmente en marzo.

1958-1962

De regreso, a trabajar. En Ingeniería, ese año fui ascendido a Jefe de Trabajos Prácticos, y en 1960 obtuve una segunda Jefatura, pero esto duró poco: en mi carácter de Presidente de la Asociación del Personal Docente Auxiliar tuve un encontronazo con el nuevo Jefe del Departamento de Matemáticas y en 1961 no me renovó el nombramiento. En 1959 andaba frecuentando la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, y decidí inscribirme en la Licenciatura en Matemáticas, donde al mismo tiempo cursé materias obligatorias elementales y algunas avanzadas, como Ecuaciones Diferenciales no Lineales, aprovechando que las materias optativas no tenían prerequisites formales. Cuando presenté el examen escrito de Análisis Matemático I, entré a la atiborrada Aula Magna la Dra. Cora Ratto de Sadosky, quién me conocía de Ingeniería, y al verme me señaló y dijo “¿Y usted que hace ahí?” “Presento el examen...” “Uy, que emoción...” Poco después conseguí trabajo como Jefe de Trabajos Prácticos (1959) y luego Instructor (1960, 61, 62) en el Curso de Ingreso, y Ayudante del Departamento de Matemática (1960). Al mismo tiempo, seguía tomando cursos que me interesaban, como los relacionados con Teoría de la Computación dictados por el Dr. Gregorio Klimovsky.

En 1961 se instala la computadora Ferranti MERCURY en el recién construido edificio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires y el 15 de Mayo de 1961 queda oficialmente instalado el Instituto de Cálculo de la FCEN de la UBA.) [33]

En 1961 gané un concurso de Ayudante de Primera de Matemáticas en la Facultad de Ciencias Económicas, promovido a Jefe de Trabajos Prácticos en 1964 y en 1965 gané un concurso de Profesor Adjunto ad-honorem.

1962 Llego a la Computadora

Con tanto trabajo y estudio, no tenía la menor idea que en la Facultad se estaba gestando el Instituto de Cálculo cuyo cincuentenario estamos festejando. Pero a comienzos de 1962, en la cartelera de la Facultad leo un aviso: se invitaba a los interesados a un curso de Programación para la recientemente instalada computadora (COMPUTADORA, DE VERDAD, LA QUE AMABA SIN CONOCERLA) que se desarrollaría la semana siguiente en la sede del IC, allá por la Costanera, frente al carrito 60. El único problema serio que tenía para asistir eran mis clases en el Comercial 23, a las que no se podía faltar más de dos días al mes sin sanciones, y yo tenía clases tres veces a la semana. Afortunadamente, por cierto conflicto gremial cuya razón ahora no recuerdo, el lunes y martes habría un paro de 48 horas, el cual me cubriría dos de mis tres clases, así que allá fui al curso de Autocode para la Mercury, dictado por el Lic. Ernesto García Camarero.

Parece que con mis preguntas me hice notar por el profesor -recuerdo una de ellas: al no haber paréntesis para agrupar operaciones, el cálculo de $X = (A \times B) / (C \times D)$ debía descomponerse en dos instrucciones, pues al ser de igual precedencia la multiplicación y la división, escribir $X = AB / CD$ no daba el resultado deseado, sino $((A \times B) / C) \times D$. Yo sugerí escribir $X = AB / C / D$, lo cual podría dar el resultado deseado. Puesto a prueba en la máquina, resultó permitido y produjo el resultado deseado. Mucho después supe que era un desperdicio de tiempo, pues una división se hacía en 13 ms, cuando la multiplicación sólo costaba 300 μ s, y depositar el resultado en una variable auxiliar 120 μ s.- pues poco después de finalizado el curso la Dra. Rebeca Cherep de Guber, segunda al mando del IC, me ofreció trabajar en el Instituto (POR FIN, LLEGUÉ A LA COMPUTADORA, después de una emigración inútil de miles de kilómetros), lo cual acepté inmediatamente.

1962-28/7/1966 Mi vida con la Computadora

Deje todos mis trabajos fuera de la FCEN excepto a la cátedra en Ciencias Económicas, para dedicarme de lleno a mi nueva actividad. El espíritu reinante en la verdadera Facultad de Ciencias de la Era de la Reforma era la Investigación, de la cual el Dr. Sadosky era su motor más ilustre. Por ejemplo, la libertad para tomar cualquier materia sin requisitos burocráticos (No: primero debe tomar esta otra...) responsabilizaba al alumno del aprovechamiento de sus estudios. Otro ejemplo: el Dr. Sadosky era el responsable del curso de ingreso, en el cual yo fui el instructor responsable de Matemáticas varias veces, quien daba las normas a todos los otros instructores; el último curso en el cual asumí esta tarea fue en el cuatrimestre siguiente a mi ingreso al IC. El programa del curso contenía un repaso de toda la Matemática fundamental del bachillerato, para llenar los huecos y deficiencias de los aspirantes. Cuando se hizo el primer examen parcial, yo eximí a todos los alumnos que obtuvieron los 100 puntos máximos de calificación del resto del curso y los hice asistir en cambio a clases especiales conmigo, en las cuales los iniciaba en los temas que verían en la carrera y, en particular, les hablé de la computadora y sus posibilidades, haciendo énfasis en la lógica subyacente en su funcionamiento. Esto hubiese sido inconcebible en otro ambiente más tradicional.

Ese mismo espíritu académico fue lo que conseguí en el IC, por supuesto, pues estaba dirigido por el Dr. Sadosky. A los nuevos programadores, entre los cuales me incluyo, se les asignaba la programación de trabajos traídos por investigadores de fuera del Instituto que no tuviesen programadores en su grupo de investigación, o por responsables de tareas en otras instituciones gubernamentales, no universitarias, que pensaban que la computadora podría ayudarlos. Fuera de ese tiempo, podíamos hacer cualquier cosa que despertase nuestro interés. Así fue como yo me puse a tratar de averiguar cómo funcionaba el compilador de Autocode, lo cual marcó el rumbo de mi trabajo en el IC, y me llevó a intentar diseñar un nuevo lenguaje de programación y escribir el compilador correspondiente.

Aquí hay una foto de la Mercury, tomada de Página 12 del 6 de marzo de 2011: [36]



Sadosky con Clementina.

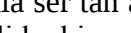
Ahora pasaré a relatar -por fin- cosas acaecidas en el Instituto de Cálculo, algunas de las cuales pueden interesar a los estudiosos de la Historia de la Computación en la Argentina. El orden puede no ser estrictamente temporal, pues mi memoria no da para tanto.

Geodesia: Coordenadas Gauss-Kruger

Uno de mis primeros trabajos en el IC fue un cálculo de coordenadas Gauss-Kruger – el mismo cálculo que ya había realizado a mano años antes. El Dr. Sadosky decidió aprovechar que la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas realizaba en San Juan su Segunda Reunión Científica del 5 al 9 de noviembre de 1962 para enviar al Lic. García Camarero para presentar el IC a la AAGG mediante un informe que daba a conocer las facilidades del IC para el procesamiento de los datos de sus observaciones, muchas de las cuales eran escritas por sus instrumentos de medición en cintas o tarjetas perforadas, y a mí para presentar mi trabajo [34]. Al llegar a San Juan, adonde yo iba muerto de miedo (era la primer vez en mi vida que concurría a un congreso científico y, para peor, ni siquiera era de mis colegas de profesión), nos informan que cada expositor dispondría sólo de 15 minutos para presentar su trabajo. García Camarero se queja amargamente de esa escasez de tiempo –con razón, pues lo que tenía que decir era muy importante, tanto para el IC como para los geodestas- y yo le ofrecí cederle el mío, con lo cual

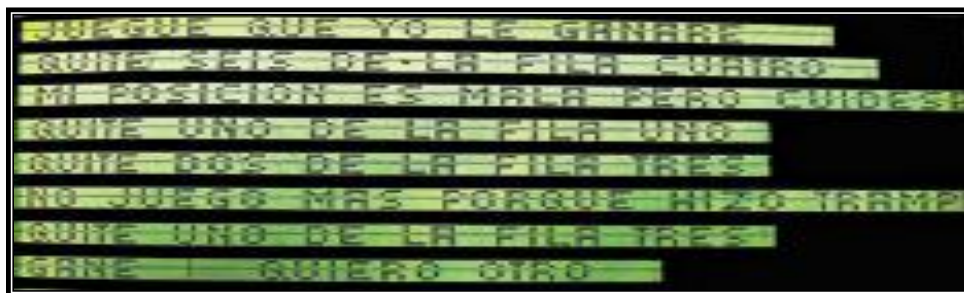
estuvo conforme; al llegar nuestros turnos, informo a los asistentes de mi decisión, y así se hizo. García Camarero agradecido, y yo también.

El Juego del Nim y la Comunicación con la Computadora

Cuando apareció en los cines porteños la película “Hace un Año en Marienbad” se popularizó el juego del Nim que aparece en ella. En este juego de dos personas se colocan dos o más filas de objetos (palillos, fichas) y los jugadores se alternan quitando de una fila el número de objetos que deseen, y el que retire el último objeto gana - o pierde, según quién lo cuente. En este juego hay una posición segura y una insegura para cada jugador y cada jugada, y una estrategia matemática para ganar si un jugador puede obtener y mantener la posición segura, como puede verse en [35]. El Dr. Sadosky me explicó el juego –yo no vi la película- y su estrategia, y me pidió que lo programara para exhibición a visitantes de la computadora. El problema de este pedido era la comunicación del jugador humano con la máquina: no había teclado ni pantalla, como estamos ahora acostumbrados. Normalmente, todo dato que entraba a la computadora lo hacía por una lectora de cinta perforada, la cual se preparaba con unos teletipos situados en otra sala, y todo dato que salía de la máquina lo hacía por una perforadora de cinta conectada a la misma, y la cinta debía leerse en la otra sala con los mismos teletipos; como se ve, todo muy poco adecuado para una exhibición en vivo para un visitante. La parte de la estrategia matemática era lo más fácil de programar. ¿Cómo hacer la exhibición? En la consola había, entre otras cosas, una fila de 10 palanquitas que el operador podía subir o dejar en su posición de reposo. Una palanquita subida indicaba un 1 y una baja un 0, con lo cual se podía escribir un número binario de 10 bits, exactamente el número de bits de cada byte de esta máquina; de esta forma el operador podía introducir números a ciertos registros de la máquina. Por ejemplo, si se ponía en las palanquitas 0000000101, se introducía el entero 5. De esta manera se podía introducir el número de palillos de cada fila. Además, había unos tubos de rayos catódicos donde podía verse un número de 10 bits, en los cuales un 0 era la línea base y un 1 era algo así:  y entonces el programa podía dibujar (nunca se ponían más de 10 palillos) 5 palillos de esta forma:  o también así:  (claro que con más de 5 palillos no podía ser tan artístico). Lista la entrada de datos y la observación del estado del juego. Para la salida hice una tabla interna en la cual “dibujé” cada letra con las cinco perforaciones de la cinta para que ésta pudiera leerse longitudinalmente. Así, al ser introducidos los datos con las palanquitas, el programa hacía las operaciones necesarias para saber si su posición era segura o no y luego perforaba (el primero en jugar era siempre el humano) JUEGUE QUE YO LE GANARE o MI POSICION ES MALA PERO CUIDESE, según fuese el caso. Para cada jugada del humano se introducían el número de palillos removidos y de qué fila con las palanquitas, y la computadora respondía con la suya, por ejemplo, QUITE TRES DE LA FILA DOS¹. El programa, si su posición comenzó buena, en cada paso quitaba tantos palillos como necesitara para conservarla buena; si comenzó con una posición mala, sólo quitaba un palillo en su turno, para estirar el partido lo más posible y así dar la oportunidad al jugador humano a que “metiera la pata” así que si yo veía una jugada como la escrita arriba, sabía que había logrado una posición imperdible. Nunca hubo un visitante que solicitara jugar otro partido

¹ Entre las publicaciones salidas en diarios de Buenos Aires con motivo del cincuentenario, en Página 12 [36] hay una fotografía de esta “comunicación” de la máquina. Como no hay aclaración alguna, el lector podría pensar que ésta era la forma normal de comunicarse, lo cual es, obviamente, incorrecto. Reproducimos esta foto al final de esta sección.

para vengarse de una derrota vergonzosa; colegas del IC sí lo intentaban y solían ganar, pues todos habían aprendido la técnica para ello, y eran diestros para sumar sin transporte números binarios.



Acá arriba, las tiras de papel perforado con que Clementina se “comunicaba”.

Economía: El Modelo de Leontief

Cuando ingresé al IC el Álgebra Lineal no era muy corriente en los cursos habituales de matemáticas. Yo tenía conocimientos de la materia, pero no muy sofisticados. Eso tuvo que cambiar rápidamente. Un día aparece en mi retazo de oficina (todavía no tenía mi oficina) el Lic. Néstor Rivière [37], brillante analista, a quién le habían dicho que a mí me gustaban las matrices. Tenía que ir a la Universidad del Litoral, a la Facultad de Ciencias Económicas, Comerciales y Políticas en Rosario, a dictar un curso intensivo de Análisis Matemático y Álgebra Lineal, con introducción al modelo de insumo-producto de Leontief [38], y él quería que yo me hiciera cargo de la mitad de Álgebra Lineal. Ante mi preocupación por el modelo de Leontief, sacó un folleto que aún conservo [39] que resultó muy claro y conciso. Y allá fuimos ambos, al “Curso Intensivo de Capacitación sobre Problemas de Desarrollo Económico” cuyos alumnos eran Ministros de Economía de las provincias argentinas. Un detalle que podríamos llamar jocoso: ante mi uso de las palabras “pre-multiplicar” y “post-multiplicar”, como hace Enrique Cansado en [39], a las dos multiplicaciones posibles de una matriz A por otra B , noté que al día siguiente – posiblemente en alguna amistosa reunión extra-universitaria - los provincianos ministros habían desarrollado con esas palabras una jerga de connotaciones sexuales...

Vale la pena dedicar unas líneas a reproducir parte de la introducción del folleto de Enrique Cansado, que nos muestran el estado de los cálculos en 1958: “Finalmente, la mayor difusión en el uso de calculadoras de sobremesa y la aparición de las modernas calculadoras digitales eléctricas y electrónicas han dado un tremendo impulso al uso de matrices debido a la extraordinaria facilidad con que dichos instrumentos realizan las fundamentales operaciones del cálculo matricial.”

Un día recibimos la visita de un Ministro del área económica del gobierno de turno. El Dr. Sadosky, quién estaba presente, me pidió que hiciera los honores de la visita. Después de un partido de Nim, hice una explicación del modelo de Leontief que teníamos programado para nuestra máquina. No sé si mi explicación de la utilidad del modelo para planificar la economía fue defectuosa o qué sucedió, pero el Ministro me interrumpió y dijo “No me gusta: si yo quiero comprarme un par de zapatos y eso (y señaló a la Mercury) dice que debo comprarme un sombrero, eso es Comunismo” Y esto a pesar que cuando Leontief (quién era de origen ruso pero nacido en Alemania y trabajaba en Estados Unidos) presentó su modelo en 1953 fue

sumamente criticado por Stalin hasta su muerte ese mismo año y luego por Krushev, como “anti socialista”...

En otra oportunidad vino a verme un ayudante de un Jefe de Departamento de la Facultad de Ciencias Económicas, a solicitarme que le hiciera una serie de cálculos con algunas matrices y vectores, y no quiso decirme para qué eran. Cuando estaba programando el trabajo, me di cuenta, por la familiaridad que ya había adquirido con el modelo de Leontief, que era algo así como el problema inverso: dada la demanda final y alguna otra información, quería calcular los coeficientes técnicos de la matriz de insumo-producto. Cuando hice los cálculos encontré que algunos de los presuntos coeficientes técnicos salían negativos, lo cual no es posible por su significado. Una vez verificado que no había cometido errores de programación, fui a ver al Profesor, y casi le da un infarto al ver que había adivinado lo que quería hacer, pues lo estaba manteniendo secreto para que nadie pudiese robarle la idea...

Para otros modelos matemáticos que se desarrollaron en el IC, en alguno de los cuales se usaba el modelo de Leontief y otros recursos, por el grupo dirigido por Oscar Varsavsky, dejo al sobreviviente de la dirección del equipo que los cuente; yo no conozco los detalles. Mi contribución a ese trabajo sólo fue la creación de otro lenguaje de programación, el COMIC, que les facilitó la tarea.

Programación: mi estudio del Autocode

Casi desde mi ingreso al IC me empeciné en aprender cómo funcionaba el Autocode: no cómo calculaba las funciones predefinidas, sino cómo hacía para traducir los programas al lenguaje de la computadora. Para ello, ante la falta de bibliografía de la materia, escribía pequeños programas con diversas variantes de un mismo tipo de instrucción, aritmética, de control o de entrada-salida, y empleando una facilidad que encontré, que llamábamos “post mortem”, imprimía (es decir, perforaba y luego imprimía con una teletipo) cómo había quedado traducido el programa recién compilado. También logré imprimir las instrucciones de máquina que el compilador empleaba para hacer su trabajo, para analizarlas. Sólo me dediqué a la parte lógica de su funcionamiento, y no a la parte numérica, es decir a las rutinas que incorporaba a los programas traducidos para calcular las funciones reales incluidas en el lenguaje, las cuales no me interesaban por la sencilla razón que no sabía nada de Cálculo Numérico para computadoras, hasta que mucho después cayó en mis manos un libro de la materia [40]² y sólo me sirvió para determinar que esas rutinas estaban muy bien hechas desde Manchester.

Luego comencé a cambiar cosas en el compilador y las ponía en uso sin avisar a los usuarios, para ver qué pasaba. Excepto cuando agregaba algo, pues si no avisaba de su existencia nadie lo usaría; por ejemplo, agregué a la tabla de nombres de funciones y procedimientos, que estaban todos en inglés, sus traducciones al uso local: en la trigonometría secundaria las funciones seno y tangente se escribían sen y tg, pero en Autocode se escribían sin y tan, y eran muchos los errores que se cometían con este cambio; yo agregué sen y tg a la tabla y se acabaron los errores en algo tan trivial. Tengo algunos recuerdos de errores cometidos por mí:

En las clases de álgebra lineal algunas veces se escribían polinomios en matrices y, por supuesto, los coeficientes escalares eran generalmente enteros y pequeños, por lo cual me parecía un desperdicio de espacio que el Autocode dedicara números reales (40 bits) para ellos en lugar de números enteros (10 bits), probé de hacer ese ahorro. Pero en la realidad del uso de esa operación

² Recuerdo que en diversas oportunidades, al cruzarme con el Dr. Sadosky, me preguntaba “¿Ya averiguó como calcula el seno?” y mi respuesta siempre era negativa.

las cosas parece que eran diferentes: al día siguiente apareció una investigadora que solía usar esa operación en un programa suyo probado, mostrándome que su programa estaba dando resultados erróneos. Le dije que ya me daba cuenta de lo que había pasado, y en pocos minutos el problema estaba resuelto. ¡A quién se le ocurre multiplicar una matriz por el inverso de uno de sus autovalores, que suelen tener espantosos decimales!

Los datos que se leían (desde cinta perforada) para la ejecución de un programa, debían separarse entre sí por el carácter de retroceso del carro de la teletipo o por dos espacios en blanco; eran numerosos los errores que se cometían por dejar un solo espacio entre datos. Analicé la rutina de lectura de datos y cambié los dos espacios por sólo uno. Se acabaron los errores. Hasta que apareció en mi oficina el Lic. Víctor Pereyra,³ quién tenía la horrible costumbre de introducir las coordenadas astronómicas del cometa Halley para el trabajo del Ing. Pedro Zadunaisky [41], los cuales eran muy largos, y cada varias cifras las separaba con ¡un espacio! el cual era ignorado en la versión anterior de la rutina de lectura. Como el cambio efectuado a la rutina era muy útil, esta vez no lo eché atrás; en cambio, la corregí para que éste fuese optativo: si se subía una determinada palanquita de la consola el espacio simple era ignorado y exigía doble espacio y Víctor, a quién le encantaba jugar con las palanquitas pues sabía que no tenían efecto en sus programas, ahora tuvo que fijarse en una de ellas...

La versión corregida del Autocode recibió el nombre AIC (Autocode del Instituto de Cálculo)

Programas kilométricos, en tiempo o espacio

El censo de bienes muebles de la Universidad. Cuando el Gobierno Nacional decidió que en todas sus dependencias se hiciese un censo de bienes muebles, llegaron instrucciones específicas: un listado de todos los objetos posibles –según los burócratas que lo diseñaron- con un código numérico, y planillas donde debían anotarse los códigos y la cantidad de objetos que había en cada una de las oficinas, aulas, patios, baños, o lo que fuese. Se distribuyeron a los responsables de cada sitio copias de los nombres con sus códigos y planillas suficientes.

Una vez completado el llenado de todas las planillas, ante la monstruosa pila de papel, a alguien se le ocurrió que el IC podía encargarse de procesarla para obtener un solo juego de planillas con todos los objetos –bienes muebles- de la UBA. Tuve que diseñar la forma de aprovechar los tambores magnéticos para que cupiesen todos los datos escritos en las planillas, lo cual no era trivial, pues la capacidad total de los tambores era de 512 sectores, en cada uno de los cuales cabían 32 números de 40 bits o 128 números de 10 bits; en éstos últimos podían ponerse enteros hasta 1023, los cuales para algunos objetos no era suficiente⁴ (¿cuántos pupitres, sillas, libros, hay en toda la Universidad?). Además, había sectores que no se podían utilizar pues contenían partes operativas del sistema. Mientras resolvía esto, el personal secretarial, ampliado con ayudantes “voluntarios” acometió la tarea de perforar (km?) de cinta con el contenido de las planillas y, aparte, una cinta con todos los nombres de los objetos con sus respectivos códigos.

Terminado el programa, perforadas las cintas de datos y de nombres, el Ing. Paiuk nos habilitó horas nocturnas –mi ayudante Cristina Zoltan me acompañó algunas veces- de computadora para el procesamiento (hecho que se hizo permanente más adelante por la necesidad de más tiempo de máquina). Primero se leyeron los datos de las planillas y se fueron

³ Primer PhD en Ciencias de la Computación de la Universidad de Wisconsin en 1967.

⁴ Con enteros de 10 bits no alcanza ni para los libros en mi biblioteca. ¿Saben ustedes hasta cuántos libros podríamos contar con los 30 bits de mantisa de los números de 40 bits? 1.073.741.823

sumando. Segundo, se leyó la cinta con los códigos y nombres, y se perforaron los resultados: el listado con los nombres y totales, todo esto en varias etapas.

Con los resultados ya impresos, al leerlos no se pudieron detectar errores triviales, pues si alguien puso el código de “sillas” en lugar de uno muy parecido de “mesas”, o viceversa, no podíamos detectarlo. Pero sí hubo uno bien notorio: en algún lugar de la Universidad había, según estos resultados, “2 Locomotoras Diesel-Eléctricas”. Imposible encontrar si el error estaba en el código escrito en la oficina originaria o en la perforación de la cinta. El Dr. Sadosky y yo fuimos a entregar personalmente al Rector los resultados, y las risas fueron generalizadas; nunca supe qué hizo el Rector al respecto. A propósito, recuerdo la ingeniosidad demostrada por el Dr. Sadosky para “retorcer” las asignaciones presupuestarias cuando agotaba partidas, como, por ejemplo, una vez que tenía que comprar una mesa, agotada la partida para mobiliario, pero no la de equipos científicos, apeló a una posible definición de “mesa” como “dispositivo anti-gravitatorio”.

La búsqueda del código genético. En 1947 se funda el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Fundación Campomar, bajo la dirección del Dr. Luis F. Leloir, donde desarrolló, con su equipo, las investigaciones que lo conducirían al Premio Nobel de Química en 1970. En 1958 trasladaron su sede del viejo edificio en Scalabrini Ortiz a un edificio en Obligado y Monroe [42]. Ese mismo año firmó un acuerdo con el Decano de la FCEN, Rolando García, por el cual se creó el «*Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales*» nombrando profesores titulares a Leloir, Carlos Eugenio Cardini y Enrico Cabib. En los años 65-66 se encontraba el equipo intentando, como otros equipos en otros países, obtener el código genético, que es la agrupación (matemáticamente, las variaciones con repetición) de cuatro bases que forman nucleósidos del ácido ribonucleico (ARN); estos son adenina (A), citosina (C), guanina (G) y timina (T) –también llamada uracilo (U)- (para los que no sean del Departamento de Biología, como yo, cuatro letras)⁵.

Los investigadores tenían información de 14 experimentos realizados “si existen tales códigos, este resultado es posible”. No recuerdo ahora de qué longitud eran los códigos que querían probar, pero lo que sí recuerdo que calculé el tiempo de máquina para probar todas las variaciones sería aproximadamente de 236 horas (así que debían ser 8 o 9 elementos, teniendo en cuenta la velocidad de las operaciones, basadas en un reloj de 10 microsegundos, y no los gigahertz a los cuales estamos acostumbrados ahora). Ante tal perspectiva, mi contacto con el grupo de investigadores quiso abortar el trabajo, pero le dije que dada la importancia del trabajo, y ser de un Instituto de la Facultad, había que seguir adelante, pues todavía había horas disponibles en la Mercury. Preparé el programa para que avisara por la perforadora si se verificaban, para una cierta variación, 8 o más experimentos, y que detuviera el programa si se verificaban los 14. Además, lo preparé para que, subiendo una de las “palanquitas” que ya hemos mencionado, perforara toda la información necesaria para detener el trabajo y continuarlo en otro momento. De esa manera, como la computadora quedaba encendida durante la noche y era usada por otros programadores para sus trabajos, podía pasarlo por trozos cuando estuviera libre. Durante la ejecución avisó algunas veces de varios experimentos que se verificaban, pero nunca se llegó a los 14. Como pueden ver en [43], unos años después, otros investigadores, en otros países en los cuales no fueron desalojados de sus lugares de trabajo a bastonazos (largos), encontraron que hay ciertas agrupaciones básicas –ternas- con las cuales se forman otras

⁵ Si buscan información posterior a la determinación del código genético, por ejemplo [43] verán que no todas las variaciones son posibles, pero eso no se sabía entonces.

agrupaciones, de longitud variable, posible mediante la existencia de ternas que indican el final de un código y el principio de otro.

Programas pequeños

Radiaciones atómicas. En cierto momento entraron a trabajar en el IC dos alumnas de la recién creada carrera de Computador Científico, Ana Cristina Zoltan y Clarisa Dulce Cortés y las instalamos en mi oficina para dirigir y controlar su aprendizaje, y allí estuvieron hasta que se creó el grupo de Sistemas de Programación, del cual formaron parte. Un día apareció un médico, investigador en la Facultad de Medicina, quién nos contó de su investigación y de su necesidad de nuestros servicios de programación. Habían diseñado y construido un aparato que permitía enviar dos señales de radiación atómica de intensidad controlable, y con un ángulo entre ellas modificable con precisión, con el fin de tratar pacientes con carcinoma cerebral, enviando dos radiaciones tales que cada una de ellas fuera inocua, pero que al intersectarse su conjunción fuese de intensidad suficiente para quemar el tumor. Necesitaba una tabla que, según el ángulo y las intensidades de cada radiación le dieran la intensidad de la radiación en la intersección; traía las fórmulas correspondientes para tal fin. El problema se veía sencillo, y se lo asigné a ambas novatas. Una vez programado, se verificó la corrección del programa y se construyó la tabla deseada. Cuando reapareció el médico se alegró de que la tabla estuviera lista y dijo “Que bien, me voy a probarla con un paciente”. La palidez de los rostros de las autoras del programa fue notoria, y dedicaron las siguientes horas a recalcular la tabla con papel y lápiz... Los cálculos estaban bien, pero nunca supimos qué sucedió con el paciente-conejillo.

Reconocimiento de mayores costos. El Ing. Roque Carranza, profesor de Estadística de la Facultad, tuvo a cargo el desarrollo de fórmulas que permitieran calcular fácilmente el reconocimiento de mayores costos a las empresas que construían carreteras para la Dirección Nacional de Vialidad, dada la inflación existente en el país, que afectaba en forma diferente a cada uno de los rubros que influían en la formación del precio de las obras licitadas. Para ello, tenían datos de diversas obras cuyos mayores costos habían sido liquidados ítem por ítem, trabajo muy engorroso. El programa que se me solicitó escribir hacía el cálculo usando las fórmulas que se proponían, y daba las diferencias con los valores reales usados. Luego una ayudante del Profesor Carranza hacía a mano unos engorrosos cálculos estadísticos (creo que usaba el método de los cuadrados mínimos [44]) y de allí se proponían cambios en los coeficientes de las fórmulas. Yo observé cómo hacía sus cálculos, y un día agregué al programa esos cálculos. La ayudante aprendió que la computadora podía emplearse para facilitar mucho más su trabajo, pero creo que se decepcionó porque su aporte era mucho menor en esfuerzo; pero yo creo que la proposición de los nuevos coeficientes para las fórmulas era realmente la parte inteligente de su tarea.

Programación: el desarrollo del lenguaje COMIC.

Quienes estén interesados en los detalles de este lenguaje pueden consultar el trabajo presentado en Chile [45], en la red [46] o en el libro [47]; las citas que siguen son de este trabajo. Además, he enviado un ejemplar del Manual del lenguaje a la Facultad, para ser incluido en la Biblioteca o en el Museo de la Mercury.

En 1964 en el IC “se estaban manifestando las carencias del lenguaje AUTOCODE para expresar en forma “amistosa” las cada vez más complicadas fórmulas y ecuaciones que los científicos estaban empleando, –tal vez por la existencia de las computadoras– desde la rigidez en los nombres de las variables (“¿por qué no puedo llamar PBT al Producto Bruto Interno y POBT a la Población Total para saber de qué estoy hablando al analizar mis fórmulas?”), la escasa flexibilidad para escribir las instrucciones (“¿por qué no puedo usar paréntesis, en lugar de desmembrar mis fórmulas en pequeños trozos y darles a cada uno otro nombre para luego ir reuniéndolos?”), hasta el engorro para realizar operaciones con matrices y vectores.” Este problema le fue dado a conocer al Dr. Sadosky por diversos investigadores que hacían uso de la computadora, y en particular por “el Dr. Oscar Varsavsky (quién dirigía la fuerte Sección de Economía Matemática del IC)”.

El Dr. Sadosky, quién por supuesto estaba enterado de mi estudio y manipulación del compilador de Autocode, me preguntó si me animaba a emprender la tarea de diseñar un nuevo lenguaje de programación y su respectivo compilador para nuestra Mercury. Ante mi respuesta afirmativa, me mudaron a una oficina más grande, me convirtieron en Grupo de Sistemas de Programación con mis dos ayudantes, las todavía alumnas Cristina Zoltan y Clarisa Cortés, y convirtieron una pared –de lado a lado y del piso al techo- en pizarrón, para poder ir escribiendo el diagrama de flujo del programa, con toda su lógica visible y corregible, y nos asignaron una escalera para usarlo.

Recuerdo que durante nuestro trabajo hubo un par de representantes de IBM que visitaron el IC –no sé con qué objeto- y cuando en la Dirección les dijeron que había un grupo de tres personas que estaba desarrollando un nuevo lenguaje de programación para nuestra máquina, me vinieron a ver a mi oficina. Estaban asombrados que sólo tres personas estuvieran haciendo esa tarea, cuando IBM estaba desarrollando en Alemania el FORTRAN (supongo que sería la versión 3 o la 4) con un equipo de ¡1000 programadores! ¿Se imagina el lector la longitud del programa compilador si –para justificar su sueldo- cada programador escribiese (ponga usted un número) líneas?

Las rutinas numéricas para el cálculo de las funciones reales quedaron iguales que en Autocode, pues el reemplazo –en el lenguaje- de “una variable” por “una expresión aritmética” como argumento no llega a la rutina de cálculo: el análisis sintáctico previo se encarga de escribir todas las instrucciones de máquina necesarias para evaluar la expresión aritmética antes de llamar a la rutina que calcula la función, la cual recibe el o los argumentos para procesar.

Cuando organizábamos las nuevas facilidades de cálculo lineal, intenté “mejorar” en extensión la larga rutina existente para invertir una matriz, la cual manejaba muy bien las transferencias entre los tambores y la memoria, pues todas las matrices deben ubicarse en los tambores dada la escasa capacidad de la memoria de trabajo (no más de 480 números a la vez). La inversión se hacía por el método de Gauss (o Gauss-Jordan) [48], en el cual se emplea un algoritmo de combinaciones lineales que triangulariza la matriz y luego la diagonaliza con otro algoritmo de sustituciones. El método original de Jordan usa el primer algoritmo para directamente diagonalizar la matriz. Ambos métodos son de orden n^3 lo que nos dice que son “aproximadamente” igual de rápidos. Entonces, ¿por qué no acortar la rutina usando el puro Jordan? Es sabido que en el polinomio que da el número de operaciones de cada método, el primer término es $n^3/3$ para Gauss-Jordan y $n^3/2$ para Jordan, lo cual no da una gran diferencia para las matrices pequeñas de la vida fuera de las computadoras. Pero si probamos con una matriz de 20x20, hay 2700 operaciones en G-J y 4000 en J. De 50x50, hay 41700 y 62500. Si tenemos en cuenta los tiempos de operación, que estimamos en 500 μs (tomar de memoria,

operar, guardar), que el número de transferencias de y a los tambores de cada número es el doble del número de operaciones que se hagan con él, y que cada transferencia es mucho más lenta que una operación (incluyendo el tiempo de espera de la cabeza lectora-grabadora –que puede ser de hasta 17 ms, y no dependen del programa sino de la dimensión de la matriz), podemos asumir conservadoramente –no recuerdo valores más exactos- un tiempo de 100 ms por operación, los tiempos de inversión serían, para 20x20, por G-J, 4.50 min y por J, 6.67 min -50% mayor, notable pero no espantoso- y para 50x50, por G-J, 1h 10 min y por J, 1h 45 min –también 50% mayor, pero mucho más notorio. Así que Gauss-Jordan quedó.

Ya en uso corriente el nuevo compilador, un día entro a la sala de la Computadora y estaba procesando un programa Luis Rivas, ayudante del grupo de Investigación Operativa liderado por Julián Araoz, y veo que en la bitácora donde se anotaba el nombre del programa y del compilador, había puesto –el compilador nuevo no había sido aún bautizado- el nombre “DUROL”, en clara alusión al ALGOL que estaba desarrollándose y comenzando a usarse en Europa, y a mi apellido, lo cual, de perpetuarse, sería de una inmodestia inadmisible; supe también que otros ayudantes de ese grupo estaban haciendo lo mismo. Apelando, como con los cráteres de la luna, a la prerrogativa del descubridor, lo bauticé Compilador del Instituto de Cálculo, COMIC, y así quedó para la historia.

Cerca del final

Tengo aún conmigo la penúltima cinta maestra del COMIC, fechada el 2/5/66, del color azul reservado para los compiladores, en la cual se ven empatados dos trozos de cinta roja, de pequeños cambios que se hicieron después, pues seguíamos haciendo retoques y preparando mayores agregados. Cuando se produjo el derrocamiento del Presidente Illia el 28 de junio de 1966 [49], empezó la vigilia. El 26 de julio me dirigía a la sala de la Computadora y me encontré con el Dr. Sadosky, con el cual intercambiamos algunas palabras sobre la situación. Los dos compiladores, cuando eran usados para su tarea de traducción, imprimían los errores que iban encontrando; al terminar la compilación, en el caso de haber encontrado errores, terminaba el listado con las palabras “NO ANDA”. Le pedí permiso al Dr. Sadosky para cambiar esas palabras por “NO ANDA, MI GENERAL”, para ser militarmente respetuosos con quién lo reemplazara en su puesto, permiso que fue negado con una sonrisa. Entonces me limité a hacer nuevas cintas azules de los dos compiladores, el AIC y el COMIC, las cuales también conservé. Ya entregué los tres rollos a uno de los organizadores para su custodia en la Biblioteca de la Facultad.

29/7/1966-21/2/1967 La pesadilla.

El viernes 29 de julio de 1966 era día de exámenes. Me fui de la Facultad temprano en la tarde, porque a las 7 de la noche debía tomar un tren a Tandil, donde ese año dictaba un par de cursos los sábados en la Universidad de Tandil, donde sólo me pagaban el viaje y el hotel, pues la Universidad estaba escasa de fondos. Un viaje de varias horas: en la ida preparaba mis clases; en la vuelta escribía el manual del COMIC - hasta mayo, cuando lo terminé y el habitual guarda me preguntó “¿Cómo, hoy no escribe?”

Por eso me perdí lo mejor (o fue lo peor?) del fin de la Facultad de Ciencias. Por la mañana, cuando desayunaba y leía La Prensa recién llegada, me enteré de la intervención sangrienta [50] de la policía de la dictadura. Dicté mis clases y volví a Buenos Aires. Intenté comunicarme por teléfono con alguien del IC, y tardé algún tiempo en hacerlo, pues todos se estaban reuniendo en algún sitio para orquestar la renuncia, a la cual me plegué inmediatamente.

Quedaba la Facultad de Ciencias Económicas, a la cual no pude entrar pues el decano interventor cerró la facultad por tiempo indeterminado, y comenzó a enviar por correo a todo el personal docente diversas resoluciones dictatoriales. En dos de ellas dejaba sin efecto los nombramientos de todo el personal docente, y luego nombraba nuevo personal a parte de los docentes antes despedidos – supongo que a los no considerados peligrosos por el nuevo gobierno. Incluso mejora mi situación, pues ahora los dos puestos serían remunerados. Estas resoluciones son del 27 de setiembre, para comenzar las clases el 3 de octubre. No fui a dictar las clases; me llamaron para recordármelas; les dije que en unos días iría a explicar lo que pasaba; y fui, y entregué una carta para el decano. En el primer párrafo me refiero a las resoluciones donde me despide, y termino afirmando que “me liberan del penoso deber de renunciar a los cargos obtenidos en concursos limpiamente organizados y resueltos por las autoridades de la Universidad que yo conocí y en la cual estaba orgulloso de trabajar.” En el segundo párrafo hago una explicación del porqué de mi alejamiento⁶ y en el último escribo “Después de los comentarios precedentes puede usted inferir el valor que les daré a las partes de las resoluciones citadas en las cuales me designa para ocupar cargos que no he solicitado.” En una resolución posterior deja sin efecto mis nombramientos y así me lo comunica.

El Dr. Sadosky y la Dra. Guber, siempre leales con quienes habían colaborado con ellos, intentaron conseguirnos algún trabajo para cubrir nuestras necesidades familiares básicas. A mí, en particular, me consiguieron una asesoría en la empresa FATE [51], conjuntamente con tres ayudantes alumnos del IC, Marcelo Larramendy, Juan Carlos Fränkel y Néstor Sameghini, por tres meses, para estudiar la factibilidad y las posibilidades de instalar una computadora en su planta. El auto de Marcelo, donde ya venían instalados Juan Carlos y Néstor, pasaba recogéndome por mi departamento todas las mañanas.

Una de esas mañanas uno de ellos me dijo que le había llegado información acerca de que el Secretario de la intervención en la FCEN quería que fuese a verlo, o de lo contrario me mandaría a buscar con la policía. Ante tan convincente invitación, fui a verlo. Leyendo de una nota me dijo que, habiendo sido yo el responsable de los programas compiladores del IC, quería que le entregara el “original inglés” del COMIC. Con una media sonrisa causada por la tontería que estaba diciendo, le informé que no había “original inglés” del COMIC pues ese programa lo había escrito yo. Y agregué la falsedad de que lo había registrado a mi nombre, no al del IC, y que tenía que pensar si se los iba a dejar utilizar. Me echó de su oficina no muy académicamente.

En esa misma época, un día me llama por teléfono el Dr. Sadosky, para decirme que lo habían contactado dos altos funcionarios de una universidad venezolana, que estaban buscando un profesor de Matemáticas con experiencia en el área de Economía, y como yo había dictado clase en la Facultad de Ciencias Económicas, me había recomendado; si tenía interés, que fuera a verlos de parte de él, tal día, a tal hora, en un hotel céntrico y, después de discutirlo con mi esposa, fui a verlos. Se trataba de los profesores Luis Delgado Filardo, Secretario, y Augusto Azaf, Director de la Escuela de Economía, de la Universidad de Carabobo, en la ciudad de

⁶ “... obedece al hecho de no poder trabajar subordinado a un rector y unos decanos que consideran a la Universidad como territorio ocupado, teniendo como enemigos a los profesores y alumnos que disienten con ellos, en lugar de tomar las críticas con un sentido constructivo, como corresponde a una entidad culturalmente desarrollada.”

Valencia, Venezuela. Me informaron que la Escuela había sido fundada hacía pocos años en la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales de su universidad y se estaba expandiendo, por lo cual estaban recorriendo los países sureños del continente para ver si conseguían profesores en varias especialidades. Se quedaron con un ejemplar de mi currículum y dijeron que lo iban a considerar al final de su gira. Charlamos un rato y luego nos despedimos, sin promesa firme alguna. (En la charla yo afirmé que me parecía muy bien que, en aplicación de la llamada “Doctrina Betancourt”, Venezuela no había reconocido al gobierno de facto argentino; el profesor Azaf me respondió “Ay, m’ijo, si [el ex Presidente Rómulo] Betancourt es el primer golpista”...) Un tiempo después, no había sabido nada de ellos. El día que finalizaba la asesoría en FATE, regresaba a mi departamento con mi último cheque, pensando qué podía hacer ahora. Al abrir la puerta encuentro un telegrama en el piso que decía algo así como: FAVOR PRESENTARSE CONSULADO VENEZUELA ASUNTO SU INTERES, tal dirección. Al día siguiente me encontré con el contrato firmado, con autorización del Consejo Universitario, para que lo firmara yo, para comenzar a trabajar el 15 de enero de 1967. Después me enteré que Valencia era un (mentalmente al menos) pueblito en el cual toda la clase intelectual se conocía, y que el Cónsul en Buenos Aires era valenciano, conocido, por supuesto, de los profesores firmantes, quienes le habían dejado antes de irse el contrato firmado, con instrucciones de no decirme nada hasta que, y si, ellos lo llamaran.

22/2/1967 al presente. El exilio.

Y así, el 22 de febrero llegamos a Venezuela, mi esposa, mi hijo de cinco años y yo; la demora se debió a la tardanza de la administración universitaria en obtener las visas y mandarme los pasajes para el viaje, típica forma tropical de trabajo. A Valencia, a 180 km de Caracas. Todo muy viejo, sobre todo el centro, fundada hace más de 400 años [52]; tres “urbanizaciones” (“barrios” en Bs. As.; en Venezuela “barrios” son las “villas miseria” de Bs. As. y las casas de los barrios son los “ranchos”) razonablemente nuevas. A la Universidad (de Carabobo [53], del Estado –provincia- donde está ubicada) le estaban construyendo un campus nuevo, pero Economía no estaba hecha; la Escuela de Economía funcionaba en el centro, en unas aulas prestadas por la Facultad de Derecho. Poco después nos mudamos al campus, con edificios de una planta, con dos aulas cada uno y oficinas para profesores en los extremos con aire acondicionado (30-32°C a la sombra todo el año), más un pequeño anfiteatro y oficinas administrativas. Una sola sección de cada uno de los cinco años de la carrera.

Debía dictar Análisis Matemático de 2do año; al año siguiente me pidieron dictar Investigación de Operaciones, ubicada en 5to año, pues el profesor salía de año sabático. En esta materia hice cambios fundamentales pues el programa era muy pobre; cuando se corrió la voz de los cambios efectuados, tres profesores jóvenes, Economistas todos, y el Director del Centro de Extensión y Asistencia Técnica a la Empresa (CEATE), pidieron permiso para presenciar las clases. A partir del año siguiente el Director del CEATE me solicitó que dictara cursos intensivos en diversas empresas de Valencia y alguna de Caracas, pues había mucho interés en conocer las técnicas “nuevas” de esta materia. Todo esto se lo debo a la formación adquirida en el Instituto de Cálculo de la FCEN.

La Universidad tenía, en la Facultad de Ingeniería, una computadora (con “c” minúscula) IBM 1620 [54] y la Universidad Central, en Caracas, en la Facultad de Ciencias, tenía otra. Las únicas Computadoras estaban en las empresas petroleras, las cuales las usaban para hacer su planificación de producción y perforación para muchos años.

Incidentalmente, poco después de estar en Venezuela, me llama por teléfono Julián Araoz, antiguo integrante del personal del IC –que trabajaba con la 1620 de la UCV- para avisarme que el Presidente derrocado por la dictadura argentina, el Dr. Arturo U. Illia [55], estaba de visita en Caracas, y estaba recibiendo a exiliados. Allá fui a Caracas a saludarlo; sentado por unos minutos a su lado, me preguntó, como a todos, las circunstancias de mi exilio y, apoyando una mano sobre mi rodilla, hizo un comentario para confortarnos de nuestro exilio.

En el año 1970 comenzaron a dictarse cursos de postgrado en Matemáticas [56] y al graduarme de la Maestría luego de dos años, el Director-fundador de la dependencia me pidió ayuda para continuar con el programa y con la creación de nuevas maestrías; mi contrato con la Facultad de Ciencias Económicas y Sociales fue transferido al Área de Estudios de Postgrado (AEP) y allí permanecí hasta mi jubilación.

Durante mi tiempo en la Escuela de Economía intenté relacionarme con el recién fundado IMYCA⁷ –que manejaba la computadora de Ingeniería- y en mi curso de Análisis Matemático agregué una introducción a la computación, pero nada cuajó hasta varios años después, cuando ya estaba en el AEP. Allí, desde mi posición de Coordinador de la Sección Académica influí para que en la Maestría se abrieran materias optativas en el área de computación. Aprovechando mi obligación de preparar el proyecto de presupuesto anual del Área, solicité una cotización de una minicomputadora DEC PDP-11 [57] y cada año la incluía en el proyecto, pero cuando el Director de Administración llamaba al Coordinador de los Estudios de Postgrado (nuevo, de Ciencias Sociales –el fundador había sido Ingeniero) para discutir la reducción del presupuesto, siempre caía mi PDP-11,⁸ un monto interesante que satisfacía el interés del Director de Presupuesto.

El 26 de marzo de 1973 nace **Lawrence "Larry" E. Page** [58] y el 21 de agosto del mismo año nace **Sergey Mikhaylovich Brin** [59], computadores científicos y desarrolladores de software, co-fundadores de **Google Inc.**

Así seguí, descomputadorizado, hasta 1978, cuando me enteré por un amigo de USA que acababa de salir la primera microcomputadora Radio Shack, la TRS-80 Modelo 1 [60]⁹, así que viajé a Miami a comprarme una.¹⁰ También me compré un manual del chip Z-80 en el cual estaba basada la computadora. La máquina tenía una memoria RAM de 16 K (contra 4 K de la Mercury!) y una memoria ROM de 14 K donde estaba un interpretador del lenguaje Basic. Mi primer programa, luego de estudiar el manual del Z-80, fue un traductor de instrucciones Z-80 a un lenguaje simbólico que programé allí, para sacar el interpretador de Basic y el mini-sistema operativo, para estudiarlo (vuelta a mis comienzos en el IC, cuando me puse a estudiar el Autocode!). ¡Qué bien escrito estaba el interpretador, para aprovechar bien el espacio disponible! Admiré al programador, que mucho después me enteré que había sido un tal Bill Gates.

Un tiempo después llevé mi TRS-80 a la oficina y comencé a utilizarlo como base para unos cursos de programación; lo instalé en un aula ancha con sólo dos filas de pupitres, llevé un

⁷ Instituto de Matemática y Cálculo Aplicado.

⁸ Finalmente, un año fue aprobado el presupuesto para la PDP-11, se compró, y se perdió en el camino. Inconcebible pero tropicalmente cierto. No lo intenté más.

⁹ Qué rápido cambia todo en las computadoras! Lo que para mí todavía es casi “nueva” computadora, la encuentro en un sitio en cuyo nombre figuran las palabras “old-computers.com/museum”

¹⁰ Recuerdo que, por estar prohibida la importación de televisores, para no tener problemas en la Aduana, soldé el cable (normalmente enchufable) de la computadora a la pantalla, la cual era un televisor fabricado por Radio Shack, despojado de controles innecesarios para su nuevo uso.

televisor al aula y lo conecté en paralelo con la pantalla del TRS-80 (por suerte la señal de salida era analógica, no digital, pues el monitor era también un televisor) para mejor observación. Poco después hubo un cambio de dirección en el AEP, por un médico con peso político que consiguió lo que el anterior nunca logró: que en lugar de llamarse Coordinador fuese Decano de Postgrado, lo cual daba más prestigio.¹¹ Mis funciones como Coordinador Académico finalizaron y quedé como profesor. Por eso pude tomarme un esperado año sabático, en el cual estuve como profesor invitado en el Departamento de Investigación de Operaciones de la Universidad de Columbia, en Nueva York [61], durante el año académico 1979-80.



Radio Shack TRS-80 Modelo I

Al regresar, me encontré que el nuevo Decano había conseguido presupuesto y había instalado un salón con varias microcomputadoras para el uso de los alumnos, lo cual facilitó la tarea del dictado de cursos. Para ese entonces había tenido que estudiar a fondo Cálculo Numérico, pues no se conseguía profesor para esa área. Si esto hubiese tenido que hacerlo cuando todavía estaba en la Escuela de Economía, no me habría perdido la oportunidad de pasar a la posteridad bibliográfica: en aquel entonces, el Dr. Sadosky me llamó para ofrecermé escribir la parte faltante para actualizar su libro “Cálculo Numérico y Gráfico”, el cual pasaría a llamarse “Cálculo Numérico, Gráfico y Mecánico” y después de pensarlo no lo acepté. Hubiese tenido que conseguir bibliografía, estudiar mucho y encontrar la forma de practicar en alguna computadora lo que fuese aprendiendo. Creo que además no me gustaba llamar “mecánico” a lo hecho con computadoras. Aunque ahora hasta los “mecánicos” automóviles tienen computadoras y tal vez en alguna oportunidad el mío no me deje manejarlo.

¹¹ Para tratar con las autoridades y profesores de universidades de USA que recibíamos para dictar clases, el Coordinador había hecho imprimir unas tarjetas de presentación en inglés, en las cuales él era “Dean, Graduate Studies” y yo “Associate Dean of Academic Affairs” pues los Decanos con quienes tratábamos solían ser bastante estirados. Una vez vino a dictar clase un cuatrimestre el Decano de Ingeniería Mecánica del Massachusetts Institute of Technology (MIT). Un día lo llevé de visita a la Facultad de Ingeniería con otro profesor, y allí charlamos con el Decano de la Facultad y con el Director de la Escuela de Mecánica. Al salir, quiso fotografiarse frente a un cartel empotrado en el piso que dice “FACULTAD DE INGENIERÍA”, le dio su cámara al profesor que lo acompañaba y los otros posamos; el hizo salir del cuadro al Director de Mecánica: no era “Dean”.

Volví a la Argentina de visita familiar recién en agosto de 1973, aprovechando las vacaciones universitarias. ¿Por qué no antes? Porque tenía miedo. De los militares que habían destrozado a mi Patria y a mi Universidad. Si bien yo había sido activista contra el peronismo en los años 1950-52, ya en 1952 me aplaqué cuando un desconocido se me acercó en el baño y me dijo que estaba bajo la mira de las autoridades, como muchos otros. En 1953, durante mi servicio militar, me enteré de lo sucedido a, entre otros, Roque Carranza, -nominalmente compañero, más avanzado, en la carrera, pero cuyo activismo político era en la calle, no en la Facultad- y luego, cuando fue liberado en 1955 todos supimos cómo fue tratado en la famosa “Sección Especial” de la policía y en la cárcel. [62] Y eso sucedió bajo un gobierno electo democráticamente, no de facto. En octubre de 1973 volví porque mi padre estaba enfermo y falleció. El 12 por la mañana salgo del Hotel Parlamento –a media cuadra de Plaza Congreso- donde estaba alojado, y encuentro que el tránsito por Rodríguez Peña estaba cortado, y diversas personas, solas y en grupos, caminaban hacia la plaza. Me dirigí a la misma, y encontré que la gente se estaba reuniendo porque más tarde asumía Perón su tercera presidencia. En la plaza compré un bochornoso recuerdo de cómo el peronismo trataba al país: una banderita donde el Sol estaba reemplazado por la cara de Perón y a ambos lados se habían puesto las caras de sus dos esposas. Consideré que no valía la pena volver a Buenos Aires, por ahora. Con esa decisión me salvé de estar allí poco tiempo después, cuando una nueva dictadura militar –peor que la anterior- se hizo cargo del país.

A manera de despedida

Sabemos que las computadoras están aumentando su capacidad de cálculo exponencialmente en el tiempo. El gráfico que sigue, tomado de un número reciente de la revista Time [63] muestra esta progresión, pero en el artículo [64] se desarrolla la idea denominada “Singularidad” introducida principalmente por Raymond Kurzweil y compartida por otros, del fin de la humanidad como la conocemos ahora para tan pronto como alrededor de 2045.

Sabemos que la Internet es algo muy importante e influyente en la humanidad. Pero también, como dijo Eric Schmidt, “The Internet is the first thing that humanity has built that humanity doesn't understand, the largest experiment in anarchy that we have ever had.” [65]¹²

Sabemos que en los años 50s las computadoras calculaban las órbitas de los misiles que podían destruir naciones gobernadas por regímenes que no les gustaban a los dueños de los misiles. Ahora las computadoras, conjuntamente con la Internet, se las arreglan para destruir directamente a los gobiernos que no les gustan. [66]

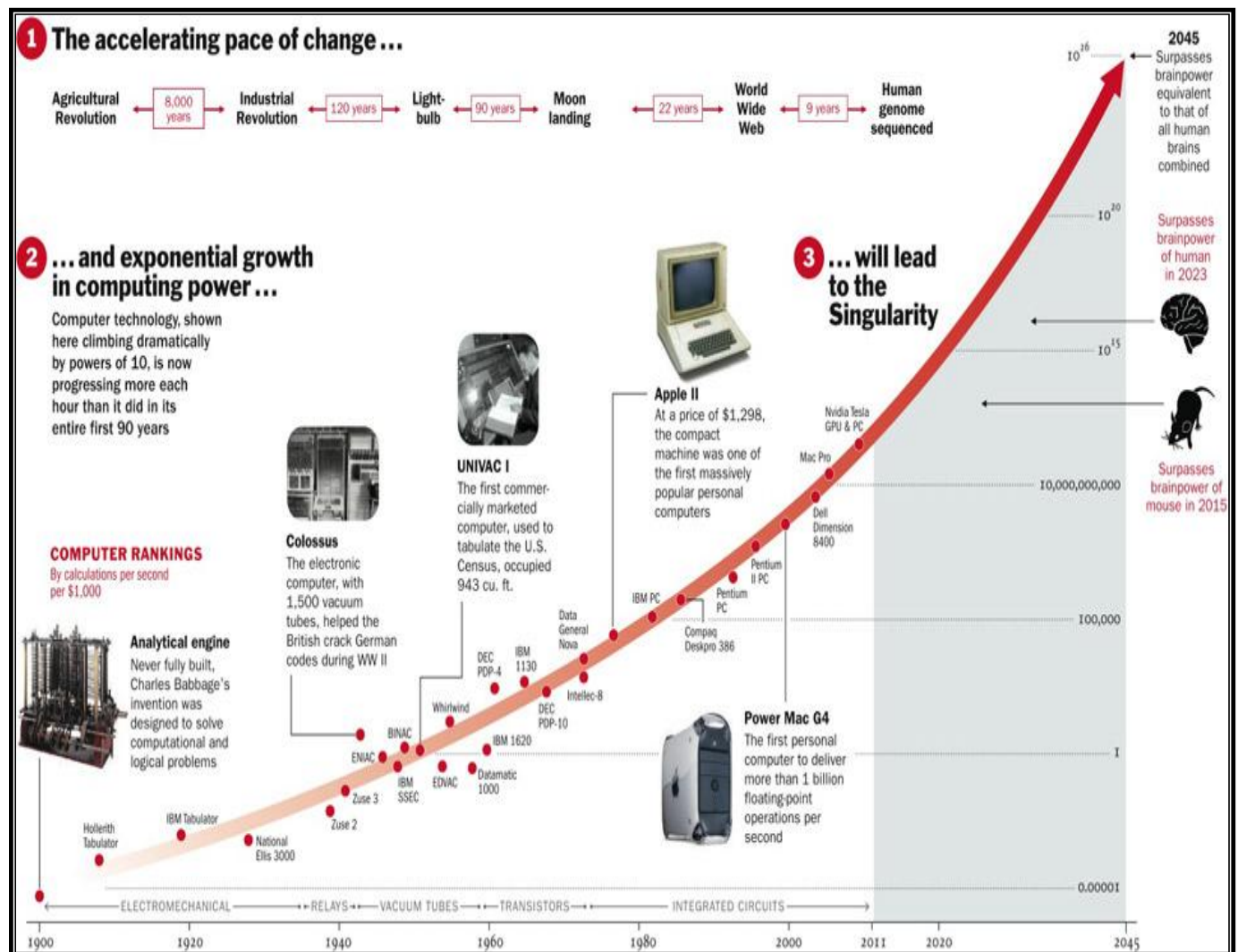
Esperemos que nuestra querida Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, el Departamento de Computación y el Instituto de Cálculo, continúen siendo líderes para el entendimiento de lo que está pasando en el mundo híbrido computadoras-humanidad -¿o es humanidad-computadoras?

Y TODAVÍA SIGO AMANDO A LA COMPUTADORA pero... creo que ya no hay más computadoras; todas son COMPUTADORAS.

¹² La Internet es la primera cosa que la humanidad ha construido que la humanidad no entiende, el mayor experimento en anarquía que alguna vez hemos tenido.

Agradecimiento

No puedo terminar estas líneas sin agradecer a la Lic. Liana Silvia Lew, alumna mía en la carrera, ayudante del grupo dirigido por Oscar Varsavsky, enlace con mi grupo en el desarrollo del COMIC, por su tesón e insistencia para vencer mi adormecimiento tropical para desarrollar el trabajo de exposición del COMIC en la reunión de Chile sobre Historia de la Informática en América Latina y el Caribe y estas líneas que anteceden. Gracias, Liana.



Bibliografía

- [1] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Howard_H._Aiken
- [2] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Luis_Federico_Leloir
- [3] Ver <http://inventors.about.com/od/mstartinventors/p/JohnMauchly.htm>

- [4] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Frederic_Calland_Williams
- [5] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Manuel_Sadosky
- [6] Ver <http://inventors.about.com/od/pstartinventors/p/JohnPresperEckert.htm>
- [7] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Oscar_Varsavsky
- [8] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Tom_Kilburn
- [9] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/John_Backus
- [10] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Gordon_Moore
- [11] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Bunge_%26_Born
- [12] Ver [http://es.wikipedia.org/wiki/Ruta_Nacional_A001_\(Argentina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Ruta_Nacional_A001_(Argentina))
- [13] Ver <http://fosilesmecanicos.blogspot.com/2011/01/dodge-brothers-1930-las-fotos-de-dany.html>
- [14] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Adobe_Systems
- [15] Ver <http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/Eniac.htm>
- [16] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Harvard_Mark_I
- [17] Ver <http://en.wikipedia.org/wiki/EDVAC>
- [18] Ver <http://abr.uns.edu.ar/cgi-bin/opacmarc/wxis?IsisScript=opac/xis/opac.xis&db=abr&task=BIB-H-SEARCH&index=NAME&query=%5EaRepetto,+Celina+H>
- [19] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Raymond_Kurzweil
- [20] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Harvard_Mark_III
- [21] Ver <http://inicia.es/de/ltapiz/doc1.htm>
- [22] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Ferranti_Mark_1
- [23] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/IBM_701
- [24] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Organizaci%C3%B3n_Europea_para_la_investigaci%C3%B3n_Nuclear
- [25] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Steve_Jobs
- [26] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Eric_Schmidt
- [27] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Bill_Gates
- [28] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/IBM_702
- [29] Ver <http://inventors.about.com/od/estartinventions/a/Eniac.htm>
- [30] Ver <http://inventors.about.com/od/computersoftware/a/Fortran.htm>
- [31] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Sputnik_1
- [32] Ver <http://en.wikipedia.org/wiki/Fortran>
- [33] Ver <http://www.ic.fcen.uba.ar/historia.html>
- [34] Ver http://elgranerocomun.net/IMG/pdf/IC_Informativo_8.pdf, página 2.
- [35] Ver <http://www.docente.mendoza.edu.ar/matematica/nim.htm>
- [36] Ver <http://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/radar/9-6872-2011-03-06.html>
- [37] Ver <http://www.bnm.me.gov.ar/e-recursos/medar/exposiciones/matematicas/personaje.htm>
- [38] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Wassily_Leontief
- [39] Enrique Cansado, *Sobre la Inversión de Matrices de Leontief*, Centro Interamericano de Enseñanza de Estadística Económica y Financiera (CIEF), Santiago, Chile, 1958
- [40] C. Hastings Jr. con J. Hayward y J. Wong, *Approximations for Digital Computers*, 1955
- [41] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Pedro_El%C3%ADas_Zadunaisky
- [42] Ver <http://www.leloir.org.ar/index.php/en/past-present-and-future.html>

- [43] Ver http://aportes.educ.ar/biologia/nucleo-teorico/estado-del-arte/el-libro-de-la-vida-el-adn/el_codigo_genetico.php
- [44] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%ADnimos_cuadrados
- [45] CONGRESO INTERNACIONAL DEL CONOCIMIENTO, CIENCIAS, TECNOLOGIAS Y CULTURAS, Universidad de Santiago de Chile noviembre 2008.
- [46] Ver <http://monografia-hi-unrc.googlecode.com/files/Art012.pdf>
- [47] *Historia de la Informática en Latinoamérica y el Caribe: Investigaciones y testimonios*, Jorge Aguirre y Raúl Carnota (Compiladores), Universidad Nacional de Río Cuarto.
- [48] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Gauss%E2%80%93Jordan_elimination
- [49] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Arturo_Umberto_Illia
- [50] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Noche_de_los_Bastones_Largos
- [51] Ver http://materias.fi.uba.ar/7299/Ej_Prop1.pdf
- [52] Ver [http://es.wikipedia.org/wiki/Valencia_\(Venezuela\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Valencia_(Venezuela))
- [53] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_de_Carabobo
- [54] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/IBM_1620_Model_I
- [55] Ver http://es.wikipedia.org/wiki/Arturo_Umberto_Illia
- [56] Ver http://postgrado.face.uc.edu.ve/controlface/images/archivos/reglamento_general_de_postgrado.pdf
- [57] Ver <http://es.wikipedia.org/wiki/PDP-11>
- [58] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Larry_Page
- [59] Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Sergey_Brin
- [60] Ver <http://www.old-computers.com/museum/computer.asp?c=409>
- [61] Ver <http://www.columbia.edu/content/history.html>
- [62] Marcelo Larraquy, *De Perón a Montoneros, Historia de la Violencia Política en la Argentina, Marcados a fuego II (1945-1973)*, páginas 75 y siguientes, y también en http://es.wikipedia.org/wiki/Roque_Carranza
- [63] Ver <http://www.time.com/time/interactive/0,31813,2048601,00.html> para mayor tamaño.
- [64] Ver <http://www.time.com/time/health/article/0,8599,2048138,00.html>
- [65] Ver http://www.brainyquote.com/quotes/authors/e/eric_schmidt.html
- [66] Ver los encabezados de los diarios y revistas de los últimos meses...