

<http://dx.doi.org/10.18232/20073496.1487>

Artículos

Calculadoras Cifra: una experiencia pionera en diseño y producción electrónica en América Latina (Argentina, 1969-1976)

Cifra calculators: a pioneer experience in desing and production of electronic in America Latina (Argentina, 1969-1976)

Florencia Etel Urcelay¹, *  0000-0002-0261-3893

Yamila Noely Cáceres^{2,3}  0000-0001-7771-6160

Juan Facundo Picabea^{2,3}  0000-0002-6444-7886

¹ Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, Argentina.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet), Buenos Aires, Argentina.

³ Universidad de Quilmes, Bernal, Buenos Aires Argentina.

* Correspondencia: urcelayfle@gmail.com

Resumen. A fines de la década de 1960, una empresa privada de capitales nacionales emprendió un proceso de diversificación tecno-productiva y lideró el diseño y fabricación de calculadoras electrónicas en Argentina. Este artículo analiza la trayectoria de la Fábrica Argentina de Telas Engomadas (FATE) durante la segunda fase del modelo de sustitución de importaciones y de dos centros de investigación pertenecientes a la Universidad de Buenos Aires: el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y el Departamento de

CÓMO CITAR: Urcelay, F.; Cáceres, Y. y Picabea, J. (2025). Calculadoras Cifra: una experiencia pionera en diseño y producción electrónica en América Latina (Argentina, 1969-1976). *América Latina en la Historia Económica*, 32(2), 1-24. DOI: [10.18232/20073496.1487](https://doi.org/10.18232/20073496.1487)



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



CONAHCYT



Electrónica de la Facultad de Ingeniería. Asimismo, analiza cómo el golpe de Estado de 1966 promovió la convergencia de dichas trayectorias y la creación de la División Electrónica de FATE. Finalmente, analiza el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas en un país semiperiférico.

Palabras clave: tecnologías conocimiento-intensivas; industria electrónica; División Electrónica de fate; Calculadora Cifra.

Abstract. In the late 60s, a private company with national capital undertook a process of techno-productive diversification and led the design and manufacture of electronic calculators in Argentina. This article analyses the trajectory of the Fábrica Argentina de Telas Engomadas (FATE) during the second phase of import substitution and two research centers belonging to the University of Buenos Aires: The Institute of Calculation of the Faculty of Exact Sciences and the Department of Electronics of the Faculty of Engineering. It also analyses how the 1966 coup d'état promoted the convergence of these trajectories and the creation of the Electronic Division of FATE. Finally, it analyses the development of a knowledge-intensive technology in a semi-peripheral country.

Key words: Intensives-knowledge technologies; electronics industry; Electronic Division of fate; Calculator Cifra.

JEL: L63; N16; N66; N76; O31

Recibido: 7 de noviembre de 2023.

Aceptado: 28 de septiembre de 2024.

Publicado: 7 de noviembre de 2024.

INTRODUCCIÓN

La Fábrica Argentina de Telas Engomadas (FATE) fue fundada por los hermanos Adolfo y Manuel Madanes en 1940 y se dedicó a la producción de telas impermeables y bandas de rodamiento para la reparación de neumáticos. Su pronta incursión en la fabricación de neumáticos resultó exitosa en el contexto de la segunda etapa de la industrialización por sustitución de importaciones y logró posicionarse en el mercado argentino con base en una estrategia de desarrollo tecnológico autónomo. Unas décadas más tarde, FATE inició un proceso de diversificación tecno-productiva por el cual se involucró en el sector electrónico y de aluminio.

Desde la década de 1950, en toda América Latina surgió una serie de pensadores del ámbito científico y tecnológico que reivindicaba el papel de la investigación y la producción industrial para alcanzar el desarrollo económico en escenarios periféricos. Ya en la década de 1960, en Argentina se conformaron diversos grupos de investigación en el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de universidades nacionales orientados a promover conocimientos y tecnologías estratégicos para el proceso de la industrialización. Así, en la Universidad de Buenos Aires (UBA) se crearon dos unidades que serían centrales en el campo de la microelectrónica local: el Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería y el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ambos grupos estaban fuertemente involucrados en las emergentes ciencias de la computación por lo que mientras que la Facultad de Ingeniería fabricó su computadora electrónica (CEFIBA), el Instituto de Cálculo adquirió la Clementina, una máquina Ferranti Mercury británica, lo que posicionó a ambos grupos en la frontera del conocimiento científico-tecnológico.

El golpe de Estado de 1966 liderado por Juan Carlos Onganía reprimió con violencia la actividad en las universidades nacionales y provocó la migración de numerosos investigadores, desarticulando la experiencia en el Instituto de Cálculo y amedrentó al grupo de ingeniería. En paralelo, la firma FATE comenzó a delinear una estrategia de diversificación productiva que resultó, en 1969, en la creación de la División Electrónica. La convergencia de las trayectorias tecno-productivas de los científicos de la Universidad de Buenos Aires y los industriales de FATE promovió la realización de una experiencia dinamizadora del desarrollo económico y la innovación en un país semiperiférico como Argentina.

El objetivo de este trabajo es analizar el diseño y fabricación de las primeras calculadoras electrónicas argentinas. Para responder a la pregunta: ¿cómo logró la División Electrónica de FATE iniciar el diseño y la fabricación de calculadoras electrónicas? se establecieron los siguientes objetivos específicos: *a)* analizar las trayectorias del Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería y del Instituto de Cálculo hasta 1966; *b)* analizar la convergencia de esas trayectorias con la de la firma FATE y la creación de la División Electrónica; *c)* analizar el diseño, fabricación y comercialización de las calculadoras electrónicas Cifra.¹

El artículo contribuye al análisis de desarrollos tecno-productivos de bienes conocimiento-intensivos en Argentina. Su principal aporte es un análisis socio-técnico del proceso de innovación involucrado en las calculadoras Cifra estableciendo relaciones causales no alcanzadas en otros trabajos.

MARCO TEÓRICO-METODOLÓGICO

Este trabajo se propone comprender la generación endógena de capacidades tecno-productivas en Argentina a partir del estudio de casos, entendidos como hechos estilizados que permiten analizar dinámicas específicas y no como una muestra de un conjunto agregado. Con el objeto de analizar el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas, en este caso de la rama informática, se presenta la experiencia de las calculadoras electrónicas Cifra, diseñadas y fabricadas por la División Electrónica de FATE hacia finales de la etapa de industrialización sustitutiva. Para ello se construyó un *marco* analítico a partir de conceptos de la economía política, la economía del cambio tecnológico y la sociología de la tecnología.

Desde la economía política, el concepto de modo de acumulación hace referencia al conjunto de características económicas, políticas y sociales de un determinado periodo histórico, que se articulan para favorecer la acumulación y reproducción del capital. Tal como es definido por Schorr y Wainer (2017), tiene un nivel de abstracción menor que el modo de producción marxista y comprende entre sus elementos nodales el patrón de reproducción del capital predominante, el papel del Estado y las relaciones de fuerza entre clases y fracciones de clase. Respecto a esto último, el bloque en el poder, o en términos de Arceo (2003) el bloque de clase dominante, impone una modalidad de desarrollo acorde a sus intereses, sobre la lógica de maximización de sus beneficios en condiciones históricas específicas.

¹ La industria electrónica en Argentina durante la segunda etapa de la industrialización por sustitución de importaciones fue analizada desde los inicios de la década de 1980 por Hugo Nochteff (1983; 1984), Azpiazu, Basualdo y Nochteff (1986; 1988) y Azpiazu, Lahera y Nochteff (1984). Estudios más recientes pertenecen a Queipo (2010) y Cianci (2011), entre otros. Un estudio de caso puede verse en Carnota y Rodríguez (2015). La División Electrónica de FATE como experiencia de desarrollo tecnológico local fue abordada por Adler (1987), Azpiazu, Basualdo y Nochteff (1988), De Alto (2013), Lahera (1976), Massare (2014) y Zubietta y Díaz (2015).

Para el enfoque de la economía del cambio tecnológico (Arrow, 1962; Rosemberg, 1982; Lundvall, 1992), la innovación y el desarrollo se centran en complejos procesos de aprendizaje de tipo acumulativo (*learning*) y la generación de capacidades (Lall, 1992; Cohen y Levinthal, 1989). Estos aprendizajes constituyen operaciones relacionales entre actores humanos, institucionales, artefactos y conocimientos. Por su parte, el abordaje socio-técnico permite entender el desarrollo tecnológico como un proceso de determinación recíproca entre lo tecnológico y lo social. Este nivel de análisis trasciende las corrientes deterministas sobre el desarrollo tecnológico y social, mostrando el carácter social de la tecnología y el carácter tecnológico de la sociedad (Bijker, 1995).

La trayectoria socio-técnica “es un proceso de co-construcción de productos, procesos productivos y organizacionales, instituciones, relaciones usuario-productor, procesos de aprendizaje, relaciones problema-solución, procesos de construcción de funcionamiento de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias determinadas” (Thomas y Buch, 2013). Las trayectorias socio-técnicas permiten ordenar relaciones causales entre elementos heterogéneos y se desenvuelven en el seno de una dinámica socio-técnica, por lo cual resultan incomprensibles fuera de ella (Bijker, 1995). Una dinámica socio-técnica es un conjunto de patrones que organizan la interacción entre tecnologías, instituciones, racionalidades e ideología y que incluye un conjunto de relaciones tecno-económicas y socio-políticas vinculadas a un proceso de cambio tecnológico (Thomas, 2006).

El concepto alianza socio-técnica permite subrayar la coconstrucción relacional de los procesos, abriendo mayor espacio al papel de los artefactos, al tiempo que permite dar mejor cuenta tanto de la continuidad como de la heterogeneidad del proceso de cambio (Picabea, 2017). La noción de alianza permite resaltar aspectos políticos y estratégicos de las relaciones entre actores sociales y artefactos. Las alianzas son parcialmente pasibles de planificación: un diseñador puede prever algunas condiciones de uso, algunas normativas jurídicas, algunos hábitos de los usuarios potenciales. Pero, en última instancia, las alianzas sociotécnicas son autoorganizadas, es decir, escapan a la racionalidad de los actores implicados, a la gobernabilidad de las instituciones intervinientes.

El funcionamiento/no funcionamiento es la evaluación socialmente construida de una tecnología y no una derivación de las propiedades intrínsecas de los artefactos. Esta evaluación se deriva del sentido asignado por los grupos sociales relevantes como diversos conjuntos de actores que se vinculan a un artefacto en su proceso de desarrollo y comparten una determinada valoración del mismo en un momento específico (Bijker, 1995).

Esta investigación siguió una estrategia metodológica cualitativa a partir de la triangulación de teorías aplicada al análisis de documentos escritos. Esto se llevó adelante a través de la revisión bibliográfica del tema y la identificación, sistematización y análisis de documentos de la empresa, publicaciones oficiales, revistas especializadas de la época, legislación y normativa.

El recurso organizativo del artículo fue la complementariedad de los conceptos trayectoria y dinámica sociotécnica. El primero hace referencia a lo diacrónico, a un fenómeno historizable en diferentes fases que permiten identificar lo que cambia y lo que permanece en el tiempo, de forma que permite la construcción de variables analíticas. El segundo es un concepto de carácter sincrónico, que referencia cada fase, en el que se producen relaciones diferentes de los elementos constitutivos, estableciendo caracteres identitarios a partir de la operacionalidad de las variables construidas.

Modelo de acumulación y complejo científico-tecnológico argentino a mediados del siglo XX

La industrialización por sustitución de importaciones (ISI), caracterizada por la fabricación local de bienes que hasta el momento se importaban, comenzó en la década de 1930 en Argentina. Si bien es posible observar un aumento de los establecimientos fabriles y de la producción desde la década previa, lo que caracterizó a este proceso en sus primeros años fue su espontaneidad, es decir, la industria local sustitutiva comenzó a crecer sin una política explícita por parte del Estado nacional para alentar a este sector de la economía. Esto cambió en 1943 a partir de una serie de medidas que promovió la inversión, el crédito industrial y el crecimiento de la producción de bienes de consumo destinados al mercado interno.

El gobierno de Juan Domingo Perón (1946-1955) impulsó un proceso de industrialización por sustitución de importaciones con pretensiones autonómicas en términos tecnoeconómicos y políticos (Picabea y Thomas, 2015). En menos de una década, la industria argentina producía con diseños propios diversos tipos de electrodomésticos, automotores, embarcaciones, aviones, locomotoras, consolidaba el sector petroquímico y se encaminaba a la siderurgia. En dicho escenario, el gobierno realizó un censo de capacidades tecnológicas y fomentó la creación de instituciones tecnológicas vinculadas a la resolución de problemas y necesidades locales tales como la Universidad Tecnológica y el Consejo Nacional de Investigaciones Técnicas y Científicas. En contraposición a esta política, estaba la Asociación Argentina para el Progreso de la Ciencia (AAPC) liderada por el premio Nobel Bernardo Houssay, que consideraba inadmisibles la intromisión del poder político en la formulación de las agendas científico-tecnológicas. Esta confrontación derivó en el carácter dual del proceso de institucionalización científico-tecnológico en Argentina (Hurtado, 2010). A partir del golpe de Estado de 1955, el gobierno de facto creó múltiples espacios científicos mediante la importación de modelos institucionales europeos, entre los que se destaca el CONICET.

Durante la década de 1960 surgieron múltiples pensadores-políticos que discutían la dependencia tecnológica y científica de América Latina respecto a los países industrializados. En Argentina, se destacaron Jorge Sábato, quien defendía la instauración de estrategias para alcanzar la autonomía tecnológica de forma incremental en sectores puntuales como la energía nuclear (Sábato y Botana, 1968); Amílcar Herrera, quien entendía que “la tecnología es cultura”, por lo que la adquisición de artefactos tecnológicos conllevaba la inclusión de la sociedad que la concibió (Herrera, 1995), y Oscar Varsavsky, quien postulaba la necesidad de desarrollar nuevos estilos tecnológicos, distintos a los defendidos por el sistema capitalista (Varsavsky, 1969). La UBA reflejaba este pensamiento y comenzaron a desarrollarse experiencias entre las que se destacan dos que fueron antecedentes indispensables de la División Electrónica de FATE: el Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y el Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería.

El Instituto de Cálculo

El 18 de noviembre de 1957 se desarrolló la primera sesión del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. En el mismo, se formó una Comisión integrada por Simón Altman, Alberto González Domínguez y Manuel Sadosky encargada de la organización de un instituto de matemática aplicada (Jacovkis, 2011). Este instituto tenía tres objetivos: investigación, docencia superior y servicio (Sadosky, 1972). Esto último fue una innovación institucional que articuló los espacios de producción de conocimientos con la resolución de problemáticas tecno-

productivas locales. De esta manera, el instituto posibilitó a los investigadores centrarse en estudios teóricos con capacidad de publicación en revistas con reconocimiento internacional, al mismo tiempo que estos resultaban valiosos para el desarrollo nacional (De Alto, 2013).

La primera disposición de la Comisión, alineada con el decano Rolando García, fue el llamado a una licitación internacional para la adquisición de una computadora electrónica. A la misma se presentaron cuatro empresas: IBM, Remington y Philco de Estados Unidos, y Ferranti de Gran Bretaña. La Comisión realizó un análisis exhaustivo de las propuestas, teniendo en cuenta las características técnicas y los precios de los artefactos ofrecidos. Resultó adjudicado el equipo Mercury de la empresa Ferranti, un artefacto que se adecuaba a las necesidades del Instituto de Cálculo, debido a su rapidez y tipos de memoria, así como el fácil aprendizaje y las buenas características para el tratamiento de problemas científicos que presentaba el lenguaje Autocode, desarrollado por el equipo de investigadores de Manchester (Sadosky, 1972).

El CONICET otorgó un subsidio de 152 099 libras esterlinas –aproximadamente 400 000 dólares de la época– para la compra de la computadora denominada Clementina (Jacovkis, 2011; Czemerinski y Jacovkis, 2011). Durante el proceso de producción –montaje y desmontaje– del artefacto Mercury, se registró la participación local de los ingenieros Jonás Paiukn en los laboratorios Ferranti y Oscar Mattiussi en el laboratorio del profesor Kilburn, en la Universidad de Manchester. Esta estrategia de capacitación de recursos humanos locales en el exterior fue central para el proceso de mantenimiento del equipo adquirido. Asimismo, los conocimientos incorporados por Paiuk durante el armado del artefacto posibilitó que este desarrollara posteriormente múltiples innovaciones incrementales que alargaron la vida útil de la computadora (Sadosky, 1972).

La computadora llegó a Buenos Aires el 24 de noviembre de 1960 y fue instalada durante los seis meses siguientes (Jacovkis, 2011). La formación de los recursos humanos locales para el manejo de la computadora estuvo a cargo de profesores extranjeros. Cicely Popplewell de la Universidad de Manchester dictó los cursos de programación para el aprendizaje del lenguaje Autocode, dirigido para el equipo de investigadores del Instituto de Cálculo y representantes de varias universidades e instituciones nacionales (Sadosky, 1962).

En 1962, en relación con el segundo objetivo del instituto, Sadosky impulsó la creación de la carrera de computador científico con la expresa finalidad de formar recursos humanos con conocimientos en computación, pero diferenciada de la que proveía el sector privado. Esto se articuló con la estrategia de perfeccionamiento en el extranjero y la invitación de expertos internacionales (Sadosky, 1972).

El instituto estaba organizado en dos líneas de trabajo: problemas científicos presentados por las universidades y problemas reales de acuerdo con los intereses del personal. Así surgieron equipos de investigadores en economía matemática, investigación operativa, estadística, mecánica aplicada, análisis numérico, sistemas de programación y lingüística computacional (De Alto, 2013). Estos equipos conformaron redes interinstitucionales capaces de aplicar el método científico en la resolución de problemáticas concretas: altura de las mareas en la costa atlántica; trayectoria del cometa Halley; asesoramiento en el campo de la biología e ingeniería; traducción informática de lenguas y recuperación de la información, entre otros (Sadosky, 1962).

Hacia 1965, el grupo de Sistemas de Programación, bajo el liderazgo de Wilfred Durán diseñó e implementó el primer lenguaje de programación argentino, Compilador del Instituto de Cálculo (COMIC), con ventajas respecto al Autocode (Jacovkis, 2011). Ese mismo año, el personal del instituto inició un examen de la computadora de acuerdo con las necesidades previstas por los equipos de investigación. Clementina constituía una tecnología obsoleta que presentaba

limitaciones de velocidad y memoria, pese a las múltiples mejoras realizadas. La solución a este problema fue la organización de un seminario de discusión en el que participaron funcionarios de IBM, Bull-General Electric, Burroughs y NCR dando cuenta de las características técnicas y costos de un nuevo equipo de computación (Sadosky, 1972). Sin embargo, el golpe de Estado de 1966 clausuró dicho proyecto.

El Departamento de Electrónica

Hacia 1956, el ingeniero Humberto Ciancaglini fue designado Director del Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UBA. A partir de su experiencia en Europa, Ciancaglini junto con el Centro Argentino de Ingenieros organizó un ciclo de disertaciones públicas acerca de la importancia de la computación. En dicho ciclo participaron empresarios y profesionales, los cuales construyeron distintos significados respecto a la computadora. Mientras los profesionales mostraban interés en el artefacto, los empresarios mostraban desconfianza hacia las capacidades que podía proveer la universidad, la cual se había mantenido ajena a sus intereses. Por ello, estos no apoyaron el proyecto de construcción de una computadora en Argentina.

Frente a la negativa del sector privado Ciancaglini desarrolló un proyecto para la creación de una computadora que articuló diversas capacidades académicas: *a)* formó un equipo de trabajo con base en reuniones y exposiciones acerca de los avances en la computación; *b)* planificó una computadora como un trabajo práctico a desarrollar en el departamento, por lo que participaron varios estudiantes avanzados en la carrera de ingeniería electrónica, y *c)* durante la fase de diseño, se integraron ingenieros con experiencia internacional con el aporte de conocimientos y solidez al proyecto (Babini, 1997). Hacia 1958, el ingeniero Tanco quien había trabajado para la empresa RCA en Estados Unidos, junto con Eduardo Ulzurrun y Oscar Mattiussi, diseñaron el prototipo de una computadora de acuerdo con los conocimientos adquiridos en el sector privado extranjero.

En el mercado internacional se encontraban artefactos con válvulas electrónicas que operaban con buenos resultados, tales como las computadoras Remington y Ferranti, y artefactos que usaban transistores, tales como las de IBM y RCA. Tanco decidió que el prototipo del Departamento de Electrónica utilizara transistores, lo cual se tradujo en pérdida de potencia, aunque el artefacto era más pequeño. El artefacto permitió la prueba de múltiples soluciones novedosas, desde el desarrollo de una memoria con recursos locales, hasta el ensamblaje de una máquina de escribir resignificada en impresora. El Departamento de Electrónica construyó el tablero electrónico, las fuentes de alimentación, las plaquetas y los programas en lenguaje de máquina (De Alto, 2013).

En 1962, Ciancaglini presentó la computadora electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UBA (CEFIBA) con un costo estimado de 75 000 dólares, muy por debajo de los precios de los artefactos más avanzados a nivel mundial. La experiencia previa de Ciancaglini en Philips y su vínculo con Bilotti favorecieron el dominio de la tecnología de circuitos integrados en provecho de la industria nacional (Aguirre y Rojo, 2011). La estrategia científico-tecnológica fue la creación de dos instituciones: el Laboratorio de Semiconductores y el Laboratorio de Electrónica Aplicada dirigidos por Roberto Zubieta y Pedro Joselevich, respectivamente.

Ambos laboratorios tenían como objetivos la producción de conocimiento científico y la formación de recursos humanos; el acceso de estos conocimientos por parte del sector productivo privado y la solución de nuevos problemas de interés para el desarrollo nacional (Zubieta, 1967).

Sin embargo, estas experiencias carecieron de apoyo del sector privado, por lo que solo los organismos y empresas del Estado actuaron como dinamizadores del desarrollo económico y tecnológico nacional (De Alto, 2013).

En junio de 1966 se produjo un nuevo golpe de Estado que orientó la política económica hacia su estabilización en relación con la inflación y la puja distributiva entre capital y salario. Para ello Juan Carlos Onganía, junto a su ministro de economía Adalberto Krieger Vasena, llevaron adelante un programa de ajuste heterodoxo a partir de una gran devaluación y medidas de retención de a las exportaciones. Ello impidió la transferencia de ingresos a los sectores agrarios, combinado con una estabilización de la inflación merced al congelamiento de precios y salarios. Con lo recaudado vía retenciones llevaron adelante un programa de obras públicas dirigido a mejorar la infraestructura y la generación de energía en Argentina. En relación con la industria, el proceso sustitutivo continuó con la orientación iniciada en 1958 de captura de inversiones extranjeras, pero en este periodo tuvo como consecuencia novedosa, la desnacionalización de algunas ramas productivas, lo que reafirmó la importancia de la inversión extranjera directa.

El gobierno de Onganía se enfrentó desde sus primeros días con las nuevas corrientes políticas latinoamericanas nacidas a la luz de la revolución cubana. Las organizaciones de trabajadores, el mundo intelectual y el movimiento estudiantil fueron el centro de una política represiva que decidió la intervención de las universidades.² Los estudiantes y docentes respondieron con la ocupación de la universidad, a lo que el gobierno respondió irrumpiendo con gran violencia especialmente en las facultades de Ciencias Exactas y Naturales y Filosofía y Letras de la UBA en lo que se denominó La noche de los bastones largos. La represión y persecución de la comunidad universitaria implicó la cancelación de un proyecto de desarrollo tecnológico autónomo. En ese año, entre los despedidos y quienes se fueron al exilio, la universidad perdió casi 1 300 docentes-investigadores (Obiol, 2016).

FATE y la industrialización argentina

FATE fue creada en 1940 por los hermanos Adolfo y Manuel Madanes, en asociación con el ingeniero Emilio Horn, para producir telas impermeables y bandas de rodamiento para la reparación de neumáticos, entre otros productos de caucho. En el marco de la primera fase de la ISI y las ideas que promovían el autonomismo industrial, el sector automotriz creció por lo que la empresa resultó exitosa. Hacia 1945 los hermanos Madanes decidieron emprender la fabricación local de neumáticos, que hasta ese momento era abastecida en el mercado de manera artesanal por pequeños talleres. La decisión provocó la salida del ingeniero Horn, quien vendió su parte de la sociedad en favor de Leiser Madanes (padre de Adolfo y Manuel) y el resto de los hijos de este (De Alto, 2013).

La evolución de la producción de neumáticos en los primeros años de FATE fue notable. El convenio de asistencia técnica celebrado con la empresa estadounidense General Tyre en 1956, competidor directo de Goodyear y Firestone en el mercado estadounidense, representó un cambio tecno-productivo de gran importancia para la evolución posterior de la firma. A cambio de un porcentaje fijo por cubierta producida, la asociación no solo le permitió a FATE elevar la calidad de sus neumáticos, sino la asimilación de tecnología y la formación de profesionales y técnicos,

² Sobre la política universitaria durante el periodo bajo estudio véanse Hurtado (2010), Rodríguez (2014) y Feld (2015).

que posibilitó competir en el mercado local con las firmas estadounidenses instaladas en Argentina entre 1929 y 1931. Esta experiencia consolidó el interés de FATE por el control de la tecnología y el impulso de la I+D, clave en el proceso de diversificación de la década siguiente (Lahera, 1976).

En 1966, José Ber Gelbard entró formalmente como socio a FATE mediante un acuerdo con Manuel Madanes. Ambos crearon la firma Pecerre S. A., con el propósito de controlar FATE y los futuros emprendimientos, consolidando una sociedad en la que Gelbard controlaba 19 % y Manuel Madanes, 57 % (De Alto, 2013).³

En 1968 se creó la Gerencia de Investigación y Desarrollo de FATE, antecedente inmediato a la constitución de la División Electrónica. El área, pionera en la industria argentina, consolidó la impronta de la empresa en la búsqueda de estándares de innovación internacionales. Así, FATE se caracterizó por la adquisición y generación de tecnología, así como la incorporación y perfeccionamiento de profesionales que constituyeron un paradigma de la base tecno-científica y la diversificación de la producción en áreas intensivas en I+D.

Creación de la División Electrónica de FATE

Luego del golpe de Estado de 1966, investigadores altamente calificados por su experiencia en el Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería y del Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales abandonaron la UBA. Esto sumado a la apertura en FATE de la Gerencia de Investigación y Desarrollo en 1968, promovió la creación de la División Electrónica un año más tarde.

La Gerencia de Investigación y Desarrollo estuvo estrechamente ligada a las trayectorias profesionales y personales de los involucrados. Un ejemplo de ello es el vínculo entre Manuel Sadosky –ex director del Instituto de Cálculo– y Manuel Madanes –dueño de FATE–, que compartían actividades en la consultora Asesores Científicos Técnicos S. A. y la revista *Ciencia Nueva*, y mantenían una amistad desarrollada durante sus años de estudiantes en la Universidad de Buenos Aires.

Sadosky recomendó para la gerencia a Carlos Varsavsky –director de grupos de investigación del Instituto de Cálculo–, quien finalmente concretó la creación de la División Electrónica dentro de FATE (De Alto, 2013). Como gerente general de la División Electrónica, Varsavsky convocó a Roberto Zubieta –ex jefe del Laboratorio de Semiconductores de la Facultad de Ingeniería–, quien a su vez recomendó para el cargo de gerente de ingeniería a Pedro Josevich –ex director del Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas de la misma Facultad.

La primera tarea de la División Electrónica fue la de proponer una nueva producción, que debía representar 10 % de la facturación total de la firma y ser desarrollada bajo un diseño propio, sin contratos de licencia o patentes. Luego de ser rechazadas las áreas de entretenimiento y comunicación, se decidió trabajar en el área de tecnología electrónica digital, en la producción de calculadoras electrónicas (Lahera, 1976).

³ Gelbard era un empresario conocido dentro y fuera de FATE. Dentro de la empresa, Gelbard se había desarrollado como asesor comercial desde hacía una década. A nivel nacional, era un político asociado al comunismo que institucionalizó varias de sus ideas a comienzos de la década de 1950 al promover la creación de la Confederación General Económica (CGE): la necesidad de garantizar la participación de todos los sectores de la economía para alcanzar el desarrollo, la sanción de un régimen de promoción industrial que regule la instalación de empresas extranjeras, la consolidación de un mercado interno acorde a las necesidades de los trabajadores, la defensa del salario real y la capacitación de los obreros. En 1974, durante la tercera presidencia de Perón, Gelbard fue nombrado ministro de Economía.

En este rubro, la competencia principal en Argentina era la empresa italiana Olivetti, que inició la producción de calculadoras mecánicas en el país en 1962 y electrónicas a partir de 1969. En 1974 se instaló la estadounidense Texas Instruments. Otras firmas transnacionales participaban del mercado a juzgar por las importaciones, como Hewlett Packard, NCR, Canon y Sharp, pero en menor medida. Por su parte, IBM se instaló en Argentina en 1961 y su producción de bienes terminados se dirigió exclusivamente a la exportación, sobre todo intrafirma como componentes para los sistemas IBM.

Durante el periodo analizado no existió una política sectorial para el desarrollo de la industria electrónica ni de la computación. Sin embargo, en el contexto de la segunda etapa del proceso de industrialización por sustitución de importaciones, las fuertes barreras arancelarias que se impusieron a la importación generaron una economía nacional *parcialmente aislada*, otorgaron a las empresas locales ventajas competitivas en el mercado interno, estímulos al desarrollo de tecnología propia y un dominio de la tecnología mayor en que otros países semiindustrializados (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1988). La División Electrónica de FATE obtuvo los beneficios de un régimen especial. El decreto PEN 4.384 del 29 de septiembre de 1971 estableció la liberación del pago de derechos a la importación para componentes no fabricados en el país; materiales técnicos y muestras para la formación del personal y el fomento de la industria auxiliar y modelos nuevos que ingresaran en carácter de prototipos. Además de libertad de cupo para la exportación.

Estas ventajas se otorgaban a cambio del cumplimiento de un “plan de integración progresiva de componentes de la industria nacional para la fabricación de máquinas de calcular electrónicas marca Cifra” que se establecía en el decreto PEN 4384/71 (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Plan de integración progresiva de componentes nacionales

<i>Etapa</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Duración	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses
Unidades a fabricar	1 500	4 000	6 000	8 000
Partes a importar (Valor fob en dólares)	369	286	217	150

Fuente: decreto PEN 4384/71.

El objetivo del plan era el aumento gradual de la utilización de insumos de producción local (partes y componentes). Para ello estableció un mínimo de calculadoras a fabricarse y los valores máximos de importaciones para cada una de las cuatro etapas que planteó. En los cuatro años de desarrollo que estipulaba, las unidades fabricadas debían aumentar de 1 500 en el primer año a 8 000 en el cuarto año, es decir, un aumento en la productividad de 433.3%, y el valor de las importaciones debían reducirse en el mismo periodo 59.3%, pasando de 369 dólares de componentes importados por calculadora a 150 dólares.

A su vez, la empresa fue beneficiada con subsidios especiales para mantener los niveles de exportación en periodos que peligraba, exenciones tributarias y reintegros parciales como medio de incrementar la tasa de cambio (Lahera, 1976, p. 26).

Durante esta primera fase, los científicos exiliados del Instituto de Cálculo mediante múltiples estrategias alinearon y coordinaron actores públicos y privados para el desarrollo de un área de I+D local. En primer lugar, los vínculos entre Sadosky y Manuel Madanes posibilitaron la creación de una Gerencia de I+D en la empresa FATE. En segundo lugar, una vez decidido en qué nicho de

mercado participar, se incorporaron a la gerencia científicos que fueron desplazados del Instituto de Cálculo y del Departamento de Electrónica de la UBA por el gobierno militar de 1966. Estos científicos tenían una experiencia acumulada que incorporaron a la División Electrónica. En tercer lugar, el proyecto era respaldado implícitamente por la protección que representaba la política del gobierno nacional en materia de barreras arancelarias.

Hacia 1971, el gobierno nacional bajo la presidencia de facto de Alejandro Agustín Lanusse se enroló en la alianza en torno a la División Electrónica de FATE y los artefactos producidos en el país mediante una política explícita de fomento: el decreto PEN 4384/71. Esta medida fue parte de la política expansiva y nacionalista que llevó adelante Lanusse en continuidad con su antecesor Roberto Levingston, dirigida a favorecer a las empresas de origen nacional con políticas como el otorgamiento flexible de créditos, subsidios a las exportaciones industriales y preferencias para los contratos con el Estado. Esto significó un giro en relación con la política industrial de Onganía, que había favorecido al capital foráneo dentro del mismo proceso ISI.

La producción de la línea de calculadoras Cifra

El análisis de la producción de calculadoras electrónicas en Argentina desde fines de la década de 1960 permite cuestionar la consideración general acerca de la dificultad de producir tecnologías conocimiento-intensivas en un país semiperiférico.⁴ La División Electrónica de FATE pone de relieve las capacidades científicas y tecnológicas disponibles en Argentina como consecuencia de décadas de promoción de la industria y la investigación, en un proyecto que alcanzó la frontera del conocimiento sobre electrónica y microelectrónica a nivel mundial (De Alto, 2013). La protección económica del mercado interno resultó un factor clave para el desarrollo de esta experiencia.

La División Electrónica inició sus operaciones a partir del apoyo financiero de FATE, que le permitió operar los primeros dos años sin utilidades, sobre una base de inversión de 200 000 dólares. El equipo de trabajo inicial estuvo liderado y conformado por Carlos Varsavsky, quien estuvo al frente de la División por un año hasta que dejó en su lugar a Roberto Zubieta para encargarse del proyecto de producción de aluminio.

El inicio de la División Electrónica estuvo guiado por unos objetivos que continuaron presentes a lo largo de su desarrollo: producción tecnológica de diseño propio, sin utilización de patentes y con un grado creciente de integración de componentes locales y producción propia o proveedores nacionales. Bajo estas premisas se encaró la producción de calculadoras electrónicas.

El primer modelo de calculadoras producido fue la Cifra 311. Su realización total llevó quince meses, de los cuales para el desarrollo del prototipo se utilizó la mitad, desde octubre de 1969 a finales de marzo de 1970 (Massare, 2014, p. 81). El diseño estuvo a cargo de Pedro Joselevich y Alberto Bilotti –ingeniero especializado en microelectrónica y estado sólido–, quienes comenzaron a trabajar en abril-mayo de 1969 en la casa del propio Bilotti, ya que la organización de la División iniciaría cuatro meses después (De Alto, 2013).

En el diseño de la Cifra 311 se contempló el uso de los componentes electrónicos estándares más modernos disponibles, por lo que se utilizaron circuitos integrados TTL y memorias MOS dinámicas. El problema a resolver era la incorporación de la impresora, ya que los ingenieros no contaban con conocimientos sobre ese componente. El ex integrante del Laboratorio de Semiconductores de la Facultad de Ingeniería de la UBA, Arnoldo Morgenfeld, quien estaba realizando

⁴ Para ampliar sobre la relación entre países semiperiféricos y tecnología véanse Hurtado (2015); Chase-Dunn y Hall (2018).

Imagen 1. Publicidad de la Cifra 311

**FATE presenta
la primera
calculadora electrónica
creada en el país:
CIFRA 311.**



Fate - División Electrónica presenta al país CIFRA 311, la solución con que ingenieros y técnicos argentinos respondieron a las exigencias de precisión y caudal de cálculo de las empresas modernas.
CIFRA 311: Mayor potencialidad operativa.

Manejo expeditivo, inspirado en el orden lógico de pensamiento del operador. Lógica de circuitos integrados de 3ª generación. Circuitos integrados de 4ª generación. Total prevención electrónica de errores.



Fuente: Zubieta, R. y Díaz, E. (2015).

su doctorado en Estados Unidos, se incorporó como consultor a la División y fue enviado a Japón para capacitarse en el funcionamiento y reparación de las impresoras Seiko, que en septiembre de 1968 había lanzado al mercado una mini impresora. A partir de allí el equipo se dedicó a trabajar en la interface entre la calculadora y la impresora.

Finalmente, en noviembre de 1970 se presentó el modelo Cifra 311 y comenzó su venta en 1971. Promocionada como la primera calculadora electrónica creada en el país y la más avanzada del mercado, se vendieron 500 unidades en el año de lanzamiento, que representaba el 1 % del mercado (véase cuadro 2). Sin embargo, esto era un logro de importancia, comparado con las 2 000 unidades que su modelo competidor Olivetti Logos había vendido en el mismo periodo, teniendo en cuenta su presencia previa en el mercado y prestigio de la marca (De Alto, 2013, p. 124).

La producción de la División Electrónica entre 1971 y 1975 pasó de las primeras 500 unidades del modelo Cifra 311 a 134 200 unidades que abarcaban cinco series distintas y comprendían calculadoras de escritorio, de bolsillo y la minicomputadora Cifra Sistema, que permitió abastecer el 50 % del mercado nacional.

El proceso de expansión basado en la producción de nuevas series y modelos, que implicaban, por un lado, la incorporación de nueva tecnología, y por otro, el mejoramiento de los modelos o la incorporación de nuevas prestaciones, implicó que las actividades de I+D se convirtieran en el corazón de la División (véase cuadro 3).

En términos generales, la serie 200 surgió como una mejora de la primera Cifra 311, al contar con una carcasa de plástico, reducir los circuitos integrados (mediante la compañía estadounidense American Microsystems Inc.) e incorporar los nuevos desarrollos de Seiko en la impresora. La

Cuadro 2. Volumen de producción, control del mercado local y ventas de la División Electrónica (1970-1975)

<i>Año</i>	<i>Producción (unidades)</i>	<i>Participación en el mercado nacional</i>	<i>Ventas (dólares)</i>
1970	5 ^a	-	-
1971	500	1 %	500 000
1972	4 600	15 %	1 500 000
1973	17 900	28 %	8 500 000
1974	45 700	38 %	23 000 000
1975	134 200	50 %	35 000 000
1976	s. d.	s. d.	45 500 000

^a Prototipos.

Fuente: elaboración propia con base en De Alto (2013) y Lahera (1976).

Cifra 511, única de la serie 500, estuvo dirigida para usos científico-técnicos en universidades y conllevó el desarrollo de un software específico realizado por el Dr. Miguel Kurlat. La serie 400 se proyectó como una línea más económica con todos los avances y funciones alcanzados por las anteriores.

La serie MiniCifra incorporó el display de leds y la MicroCifra fue la serie de calculadoras de bolsillo, iniciativa del ingeniero en electrónica Alberto Anesini. Por último, la serie Cifra Sistema fue una minicomputadora montada sobre un mueble de madera que realizaba diferentes operaciones administrativas y contables.

Cabe destacar que en 1973 comenzó el proyecto de desarrollar una microcomputadora denominada Cifra 1000 competidora de la IBM 370. Tras el estudio de mercado entre 1973 y 1975, se concluyó que se debía comercializar en el mercado nacional y en el latinoamericano, además de apostar por los servicios que brindaba la División de pre y posventa, así también la personalización acorde al usuario en cuanto a las prestaciones configurables, servicio de mantenimiento y respaldo técnico (De Alto, 2013, pp. 146-147). Se estimó que la fabricación comenzaría en 1977 y se realizarían 127 unidades hasta 1981.

El decreto PEN 4384/71 implicaba la compra de componentes a proveedores nacionales para cumplir el plan progresivo de integración de partes nacionales. El primer modelo, la Cifra 311, contaba con el 30 % de los componentes de origen local, lo que incluía la carcasa, bastidores, resistencias, capacitores, transistores, cables, transformadores, regatones de goma, fundas y embalajes. Para el año 1975, la integración nacional de partes había ascendido al 60 %, y se proyectaba un 95 % para 1980 (Lahera, 1976).

Una premisa que se sostuvo a lo largo de la trayectoria de la empresa fue la de evitar el uso de licencias, patentes y contratos de transferencia tecnológica, tanto en los componentes, como en los materiales y procesos. Si alguno de estos mecanismos debía ser utilizado, se debía garantizar que el acuerdo no resintiera la libertad de decisión industrial de la División (Massare, 2014).

Cuadro 3. Modelos producidos por serie (1971-1976)

<i>Serie</i>	<i>Modelos</i>	1971	1972	1973	1974	1975	1976
300	311	■					
200	211 212		■	■	■		
100	111 110 121		■	■	■	■	■
500	511			■	■	■	
MiniCifra	21 31			■	■	■	■
MicroCifra	3 4 6 10					■	■
Cifra Sistema	800					■	■
400	410 411 421P 421PD						■

Fuente: elaboración propia con base en Zubieta y Díaz (2015).

Sin embargo, la falta de capacidad y calidad de los productos locales provocó que la División alentara el desarrollo y financiara a proveedores, además de encarar la producción de ciertas piezas, realizando así una integración vertical de la firma. Los componentes que finalmente fueron producidos por la División Electrónica fueron: circuitos impresos de doble faz, teclados, conectores y circuitos integrados MOS VLSI (*Metal Oxide Semiconductor, Very Large Scale Integration*) y bipolares.

En 1971 inició el diseño de circuitos impresos y se encargó a dos firmas nacionales su realización y producción, Épsilon y LASI S. A. (Zubieta y Díaz, 2015). Pero al no alcanzar la calidad y las especificaciones indicadas, se proyectó la producción dentro de la fábrica. En 1973 comenzó la producción de circuitos impresos de doble faz, para la cual técnicos fueron asesorados por la empresa estadounidense Circraft Inc.

A partir de la Serie 200, los teclados fueron producidos por la División, luego de intentar sin buenos resultados qué fabricantes locales los proveyeran. Posteriormente la empresa SAJA S. A. pudo cumplir con las especificaciones requeridas, calidad y tiempo de entrega, por lo que se delegó la producción de teclados. En cuanto a los conectores, desde el inicio fueron provistos por la firma nacional Naza S. A. (Zubieta y Díaz, 2015).

Respecto a los circuitos integrados, su producción conllevaba una etapa de fabricación de los elementos activos (denominados dies) y otra de su encapsulado. La División Electrónica inició la producción de la última parte del proceso, que implicaba el encapsulado en material cerámico para los circuitos MOS y encapsulado de plástico para los circuitos integrados lineales y bipolares (Massare, 2014). Además, se encargó del montaje y las pruebas de los circuitos. Los dies siguieron siendo producidos por la firma estadounidense American Micro System Inc. (AMI), que además asesoró a la División para el montaje del proceso de encapsulado y otorgó la tecnología del proceso.

La planta para la producción de circuitos integrados comenzó a construirse en 1974 y fue diseñada para abarcar una producción de 100 000 circuitos integrales mensuales. Los costos totales de adquisición de bienes de capital rondaron los 500 000, proveídos por quince empresas extranjeras. La única compra de tecnología mediante patente fue para la producción de una resina especial utilizada en el encapsulado de los circuitos, a la empresa National Semiconductor, por un valor de 10 000 dólares.

Por último, hacia 1975 se había avanzado en el proyecto de instalar una planta productora de impresoras, que era el componente más costoso de las calculadoras, a partir de un convenio con la firma japonesa Seiko. Para esta empresa resultaba una oportunidad de transnacionalización, mirando los mercados de Brasil y México. Además, la División Electrónica de FATE era el segundo mayor cliente de impresores fuera de Japón. Luego de varios contactos y el viaje de una delegación de Seiko recibidos por Manuel Madanes, comenzó la preparación de un plan de negocios de la futura *joint venture*. El proyecto fue cancelado en abril de 1976, luego del golpe de Estado cívico-militar (Zubieta y Díaz, 2015).

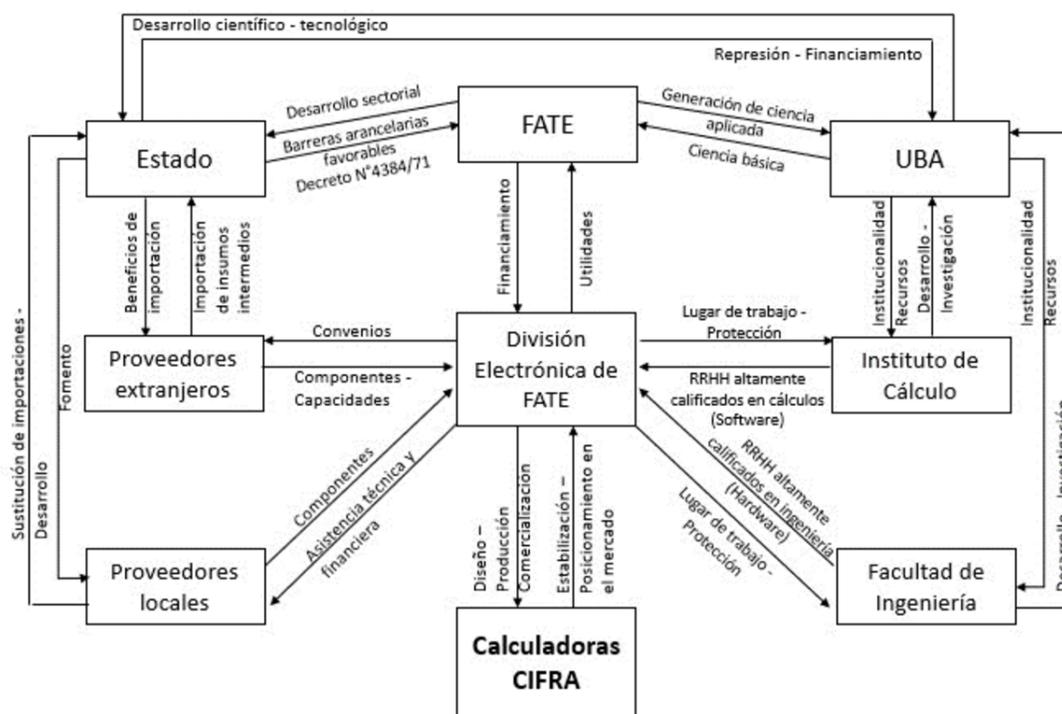
Actores y tecnologías para la producción de calculadoras electrónicas

La producción de las calculadoras electrónicas Cifra implicó la articulación de actores heterogéneos, que conformaron cuatro grupos sociales relevantes conforme a sus significaciones y objetivos: los funcionarios del gobierno nacional, los funcionarios de FATE, los gerentes y directores de la División Electrónica y los proveedores de componentes locales y extranjeros. Los funcionarios de FATE fueron quienes coordinaron y alinearon a los otros grupos para la creación de una alianza sociotécnica alrededor de la producción local de un bien intensivo en conocimiento como las Cifra (véase gráfico 1).

En el escenario de la segunda etapa de la industrialización por sustitución de importaciones como modo de acumulación, FATE se posicionó como productor de neumáticos tras el crecimiento del mercado interno consumidor y la radicación de empresas transnacionales automotrices durante el gobierno de Arturo Frondizi. La diversificación tecno productiva fue la estrategia elegida por los funcionarios de FATE para su expansión. Para este grupo social relevante, la División Electrónica significó la apuesta por una tecnología de diseño propio y destinada al mercado local. La apertura de la Gerencia de Investigación y Desarrollo dentro de FATE, que promovió la creación de la División, impulsó el inicio de una producción nueva, intensiva en conocimientos, para la cual carecían de experiencia.

Un segundo grupo social relevante fue el de los directores y gerentes de la División Electrónica. Este grupo estaba compuesto por varios científicos y técnicos que habían pertenecido al Instituto de Cálculo y a la Facultad de Ingeniería de la UBA, los unían lazos personales y profesionales, además

Gráfico 1. Alianza socio-técnica para la producción de las CIFRA



Fuente: elaboración propia.

de haber experimentado la represión durante el gobierno de Onganía. La División Electrónica significó un nuevo lugar de trabajo en el sector privado y el proyecto de las calculadoras Cifra la posibilidad de continuar y avanzar en conocimientos propios de sus campos de investigación.

Los funcionarios del gobierno nacional como grupo social relevante ingresaron a la alianza en términos de su aliento a la industria privada, en el marco de la ISI. Por un lado, las calculadoras Cifra significaron el desarrollo de un artefacto del sector electrónico, el cual estaba dominado por importaciones de marcas reconocidas a nivel mundial. Para ello se estableció una regulación específica, como el decreto PEN 4384/71, además de las barreras arancelarias que protegían la industria local. Por otro lado, promovieron la provisión de componentes de origen nacional y otorgaron beneficios de importación a proveedores extranjeros. El aliento a un sector de alta tecnología como el de las calculadoras Cifra significaba para el gobierno nacional el ahorro de divisas ante la sustitución de importaciones y el fortalecimiento sectorial de la electrónica.

Por último, los proveedores locales y extranjeros conformaron un grupo social relevante para el diseño y producción de las calculadoras electrónicas. Para los proveedores locales la relación establecida con la División Electrónica sobrepasó la de mero cliente-proveedor. La asistencia técnica y financiera, junto a los convenios de fabricación que se le brindó a una parte de ellos, significó un salto en sus producciones previas y la posibilidad de asegurar un cliente. Para los proveedores extranjeros, los convenios de producción significaron el ingreso al país a pesar de –y sortear– las altas barreras arancelarias, como así la facilitación para su posible radicación.

Los funcionarios de FATE consiguieron alinear y coordinar a los grupos sociales relevantes en una alianza sociotécnica que dio sustento a la producción local de calculadoras científicas, debido al funcionamiento construido por los sentidos favorables hacia el proyecto. La alianza se estructuró en torno a la circulación de un conjunto heterogéneo de elementos que garantizó la adscripción de los diferentes grupos.

Los funcionarios de FATE generaron las condiciones institucionales –con la creación de la División Electrónica y la previa Gerencia de I+D– y económicas para el desarrollo de artefactos del sector electrónico y su expansión en términos empresariales. Los directores y gerentes de la División Electrónica no solo se incorporaron como recursos humanos altamente calificados para el desarrollo de bienes conocimiento-intensivos, sino que lograron coordinar parte de la alianza para el diseño y producción de la línea Cifra. Los funcionarios del gobierno nacional sostuvieron políticas de protección de la industria privada local y generaron incentivos específicos para la producción de las calculadoras electrónicas, además de alentar la provisión de los componentes locales y facilitar el abastecimiento de los importados. Los proveedores locales recibieron apoyo técnico y financiero, lo que les permitió adquirir nuevos conocimientos y expandir la trama sectorial, mientras que los proveedores extranjeros lograron convenios para ingresar sus productos al país.

Esta alianza sociotécnica, que comenzó a estructurarse tras la decisión de FATE de diversificar su producción, permitió el diseño y fabricación de un bien intensivo en conocimiento no desarrollado hasta el momento en el país. La producción de las calculadoras Cifra y las relaciones establecidas para ello no solo significaron el desarrollo local de un artefacto hasta el momento importado, sino también el impulso al sector electrónico local. En el contexto del modo de acumulación de industrialización por sustitución de importaciones, esta alianza en torno a la División Electrónica de FATE y sus artefactos, permitió cumplir el objetivo del gobierno nacional de alentar la producción industrial del sector privado y el de FATE de diversificarse de manera virtuosa en una rama no desarrollada en Argentina.

Generación de aprendizajes y capacidades

Un aspecto central de cada fase de la trayectoria de FATE fue la acumulación de aprendizajes en torno al diseño, fabricación y comercialización de cada producto. Para organizar este aspecto se pueden establecer cuatro áreas de innovación y desarrollo en la División Electrónica: circuitos impresos e integrados (*hardware*); diseño (modelos y marca); interacción empresaria (asociaciones, *joint ventures*) y sistemas informáticos.

Es indiscutible que el universo de la informática discurre entre la programación y los soportes. Ambas dimensiones son interdependientes, aunque puedan generar líneas de desarrollo autónomas. En definitiva, los programas necesitan una estructura física donde correr y los procesadores órdenes qué seguir.

Hardware: el desarrollo de los productos Cifra no solo fue fundacional de la informática en América Latina, sino que alcanzó en poco más de cinco años, niveles de frontera del conocimiento de acuerdo con los estándares de la época. De los diferentes campos que implica la informática, las capacidades generadas a nivel del hardware fueron estratégicas en un escenario de impulso a la fabricación nacional. En un proceso de industrialización por sustitución de importaciones, la integración progresiva en el diseño y producción local de bienes específicos y de alto valor agregado como las plaquetas integradas y los microchips tenía una gran relevancia y se ajustaba perfectamente a las políticas públicas de promoción sectorial del modelo de acumulación.

Un aspecto hasta el momento desconocido en Argentina a nivel industrial era el diseño y fabricación de circuitos impresos e integrados. En los primeros años de operación, la División procuró tercerizar los circuitos impresos, primero con firmas locales y luego con una extranjera. Finalmente, hacia mediados de la década de 1970 se decidió la creación de una planta local que tenía capacidad para fabricar 100 mts². La fabricación local de circuitos integrados fue un paso más lejos en la complejidad ya que se sumaron aprendizajes en el montado de componentes en condiciones de microensamble, trabajo en áreas limpias, seguridad, ensayo y test de semiconductores, actividades fundamentales para el desarrollo del sector.

Diseño: la década de 1950 fue crucial para formalizar el diseño industrial en Argentina. La producción masiva de bienes al amparo de la ISI consolidó el diseño a través de firmas como IAME, IKA y SIAM. A mediados de la década de 1960 la revolución fue de la mano de los electrodomésticos y luego de la electrónica. Existían sólidos antecedentes de artefactos eléctricos de consumo masivo asociados a las empresas Noblex, Tonomac y Aurora, en el diseño de televisores, radios y equipos de música, entre otros. La División Electrónica se sumó a estas experiencias y logró, a partir de una serie diversos artefactos, acumular una gran capacidad para la gestión del diseño de productos para un creciente mercado, en parte masivo y en parte especializado. El diseño fue un componente central –junto con el precio–, para enfrentar a competidores como Olivetti e IBM, empresas consolidadas con décadas de trayectoria en el país.

Interacción empresarial: a nivel de los aprendizajes intrafirma, se puede plantear un proceso de meta aprendizajes. Es decir, las propias prácticas producto del crecimiento cualitativo y cuantitativo del diseño y producción de artefactos implicó el diseño y formalización de procesos específicos asociados al almacenamiento y gestión de proyectos que involucraban diferentes secciones dentro de la División, así como otras firmas proveedoras. Respecto al almacenamiento, las instalaciones, la heterogeneidad de los proveedores y la posibilidad –o no– de acumular stocks, llevó a una profunda racionalización de los inventarios que finalmente derivó en un proceso *just in time*, a partir de un software creado para tal fin por el área de auditoría interna. Por su parte, la trayectoria de la empresa, así como el éxito comercial de las calculadoras llevaron a la División a formalizar la gestión de proyectos. Hacia 1973, la empresa poseía proyectos asociados a modelos para el mercado, modelos para el Estado nacional, y la producción de circuitos impresos e integrados. Ello implicó un seguimiento específico para cada caso, lo que llevó al desarrollo de sistemas informáticos para su análisis y evaluación permanente.

El vínculo más grande de la División fue sin duda los acuerdos de compra con la japonesa Seiko, responsable de las impresoras. Los acuerdos implicaron, además del aprovisionamiento de los componentes, la capacitación en reparación y la posibilidad de reentrenar, ya en Argentina, a los trabajadores locales. El desarrollo del hardware llevó a FATE a asociarse con firmas locales y extranjeras. Para los circuitos impresos, primero se optó por la compra a una PYME estadounidense como Circraft Inc., pero luego se procuró el desarrollo local a través de la convocatoria a empresas locales como Épsilon y LACI S. A. Sin embargo, dichas firmas no alcanzaron los estándares de calidad requeridos por lo que se optó por articular el diseño con la empresa californiana, que finalmente envió a uno de sus dueños para asesorar a FATE en la construcción de la planta propia y el *lay-out* (Zubieta, 2015). Estas actividades de vinculación y asociación resultaron estratégicas para el desarrollo de tecnologías conocimiento-intensivas en el sector electrónico y constituyeron un valioso capital para la empresa en particular y el país en general.

El diseño y fabricación de calculadoras permitió la acumulación de capacidades sectoriales más implícitas que las anteriores, pero de una relevancia a nivel sistémico, incluso más significativa. Si se listan las características generales en torno a las actividades de la División Electrónica, no cabe duda que se llevó adelante un proceso similar al de los países centrales en el desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento: *a)* diversificación de actividades de una firma consolidada que crea una nueva división; *b)* colaboración interuniversitaria; *c)* colaboración entre el sector académico y productivo –universidad-empresa–; *d)* transformación de académicos en desarrolladores, tanto asalariados como fundadores de empresas proveedoras; *e)* plan de negocios asociado a políticas públicas de promoción industrial; *f)* asociaciones internacionales y aprendizaje interfirma; *g)* creación de un clúster tecnológico en torno a los bienes producidos.

El hito de la acumulación de capacidades en todos los niveles del diseño y la fabricación en la División Electrónica fue el proyecto Serie 1000, una mini computadora nacional desarrollada para el ámbito científico y comercial inspirada en las IBM de escritorio, lo que implicaba un nuevo segmento respecto de los grandes equipos *mainframes*. Proyectada para fines de la década de 1970, la creación de una computadora personal era impensada para la industria argentina una década atrás y solo fue posible merced a la capacidad de investigación de la universidad pública y el proyecto de una firma privada.

Cada una de las acciones en torno a una vasta línea de calculadoras –tanto los aciertos como los errores–, produjeron diferentes niveles de aprendizajes como el diseño de circuitos impresos e integrados de toda la línea de calculadoras y el desarrollo de software de Cifra Sistema –Series 700 y 800. A su vez, se asentaron los procesos de diseño industrial de productos, la gestión de proyectos simultáneos y la colaboración con firmas nacionales y extranjeras para el desarrollo o fabricación de componentes de diverso tipo. El otro conjunto de capacidades acumuladas fue sobre comercialización ya que se habían generado disputas y posicionamiento en el mercado, así como toda un área para atender el servicio de pre y posventa; etc. El proyecto Serie 1000 fue pensado para el mercado nacional tanto como para el latinoamericano y puso de relieve la trayectoria acumulada por la División Electrónica de FATE en el sector.

En poco más de cinco años, se estableció una nueva rama industrial argentina en la frontera del conocimiento a nivel mundial. Los últimos proyectos, Cifra 1000 y Cifra Sistema, permiten afirmar a su vez la madurez de la División puesto que implicaba, por un lado, el desarrollo de computadoras personales y por el otro la creación de software y hardware especializado para contabilidad. Estos proyectos solo fueron posibles luego de haber generado experiencia en diseño y desarrollo de productos, diseño de procesos, fabricación de componentes y bienes finales, compra de insumos y componentes extranjeros, apoyo a proveedores, comercialización nacional y regional.

ALCANCES Y LÍMITES DE LA INDUSTRIALIZACIÓN EN AMÉRICA LATINA

El marco teórico utilizado en esta investigación permitió analizar en perspectiva el proceso de diseño y producción de calculadoras electrónicas en Argentina. En términos de alcances, el análisis de la trayectoria tecno productiva de la División Electrónica de FATE permitió visibilizar un proyecto de desarrollo autónomo en un sector estratégico. Esta iniciativa se posicionaba como alternativa a la transferencia de tecnología desde los países desarrollados. El origen de la División estuvo asociado a un grupo de científicos que se adherían a un pensamiento que reivindicaba la producción de conocimientos científico-tecnológicos con adecuación local (Varsavsky, 1969).

La experiencia de la División Electrónica fue posible gracias a la articulación virtuosa entre el sector privado, el complejo científico-tecnológico local y el Estado nacional (Sábato y Botana, 1968). Los centros de investigación de la UBA que seguían una agenda científico-tecnológica orientada por problemas y necesidades locales produjeron conocimientos teóricos en el campo de la electrónica e informática. La empresa FATE, interesada en aumentar las ganancias con la introducción de nuevos productos en el mercado se apropió de tales saberes. Sin embargo, el sector privado no solo constituyó un actor con altas capacidades de apropiación de los conocimientos generados en el ámbito público, sino que representó el espacio en el cual los saberes de la ciencia básica adquieren aplicabilidad y sentido práctico y conducen al desarrollo.

La vinculación entre la academia y FATE requirió de la intervención estatal. El Estado financió la producción de conocimientos teóricos a través de las erogaciones presupuestarias destinadas a las universidades y centros de investigación. Además, promovió el diseño y fabricación local de calculadoras electrónicas a partir de una regulación específica. Finalmente, dicha experiencia tuvo lugar en el marco de un modelo de acumulación que favorecía e impulsaba la producción de tecnologías en el país.

La producción de calculadoras de escritorio y de mano, de sistemas contables y de una computadora con componentes mayormente nacionales posicionó a FATE como una empresa competitiva en el mercado de electrónica argentino. A nivel industrial desarrolló una estructura de proveedores locales que permitieron diversificar la matriz tecno productiva del país. A nivel tecnológico, propició el surgimiento de innovaciones, tales como los microprocesadores que acortaron la brecha respecto de los países desarrollados. A nivel comercial, FATE redujo la influencia de Olivetti y en solo cinco años lideró el 50 % del mercado de calculadoras en Argentina; obtuvo una participación de 30 % en el mercado mexicano, y desarrolló una estrategia comercial que posibilitó la venta de calculadoras y minicomputadoras a lo largo del país (Zubieta, 2015).

En la trayectoria de la División Electrónica se combinó de forma sinérgica un pensamiento político-ideológico orientado al desarrollo autónomo de tecnologías con un régimen de producción de conocimientos basado en la articulación entre saberes teóricos-explicitos y saberes prácticos-tácitos. De manera sintética se pueden considerar aspectos complementarios en el desarrollo de capacidades de la firma: el aprovechamiento de saberes formales constituidos en universidades y centros de investigación; la formación continua y la ampliación sistemática de dichos saberes a partir de la vinculación con instituciones y empresas nacionales y extranjeras; la resolución creativa de problemas en torno a la integración de componentes, al diseño de los artefactos y procesos productivos; la planificación de estrategias comerciales para la inserción en el mercado local de un producto nuevo y desarrollado en el país.

La articulación de los conocimientos acumulados y la implementación de las estrategias comerciales posibilitaron superar ampliamente las exigencias impuestas por el Estado en relación con el nivel de integración nacional de subsistemas y componentes. El crecimiento exponencial de las ventas posicionó a la División Electrónica de FATE como una de las empresas líderes del sector en el mercado argentino.

La alianza sociotécnica estructurada alrededor de la División Electrónica de FATE permitió la alineación de diversos grupos sociales relevantes para el diseño y la fabricación de las calculadoras electrónicas Cifra. Su construcción posibilitó que una empresa privada local llevara adelante el diseño y la fabricación de un artefacto conocimiento-intensivo, el cual no se fabricaba hasta el momento en el país.

El fin de la División Electrónica de FATE

La cancelación de un desarrollo tecnológico que posicionaba a Argentina en la frontera del conocimiento respondió más que a razones económicas, a fundamentos ideológicos e imposiciones políticas. La trayectoria de la División Electrónica de FATE contradecía flagrantemente el discurso liberal que se impuso a América Latina a sangre y fuego.

El gobierno militar que ocupó el Estado argentino en 1976 implementó una serie de políticas liberales que contrariaba cualquier estrategia en favor de la autonomía tecnoproductiva. A nivel nacional se interrumpieron los programas de protección local, se eliminaron aranceles y se privilegió la valorización financiera sobre la producción industrial. En línea con dichos principios, aumentaron los discursos que se focalizaban en la insalvable brecha respecto a los artefactos producidos en los países centrales.

Gelbard, directamente asociado al depuesto gobierno peronista fue perseguido por los militares, quienes le quitaron la ciudadanía argentina y lo obligaron a exiliarse en Estados Unidos, donde murió un año más tarde. Madanes se alineó con la política económica liberal, reproduciendo argumentos de su competencia, que enfatizaban el desmedido nivel de inversiones realizado para sostener la producción endógena de artefactos electrónicos.

El alineamiento de Madanes a los principios liberales conllevó el alejamiento de Zubieta como gerente de la División y el ingreso de nuevo personal, defensor del libre mercado. Además, el apartamiento de Gelbard produjo la expiración del decreto PEN 4384/71 que otorgaba beneficios impositivos para la importación de partes y componentes. La impronta personalista que dio origen a la División, se constituyó en un límite ante el cambio de condiciones político-económicas.

En términos ideológicos, el gobierno militar representó a la División como un refugio marxista-peronista de aquellos que habían sido desplazados de las universidades una década atrás. Dicha caracterización derivó en acciones represivas al interior de la planta, encabezadas por el almirante Emilio Massera, jefe de la Marina.

Durante la última dictadura militar, FATE registró desapariciones forzadas en su personal, así como una fuerte reestructuración productiva que derivó primero, en la conversión de la División en un representante local de la Compañía Japonesa NEC y luego, en su cierre definitivo en el año 1982.

LISTA DE REFERENCIAS

- Adler, E. (1987). *The power of ideology: The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*. University of California Press.
- Aguirre, J. y Rojo, G. (2011). Vivencias de mi formación y actividad profesional. En *Vivencias de mi formación y actividad profesional*. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Arceo, E. (2003). *Argentina en la periferia próspera. Renta internacional, dominación oligárquica y modo de acumulación*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3), 155-173. <https://doi.org/10.2307/2295952>
- Azpiazu, D., Basualdo, E. y Nochteff, H. (1986). *Estructura y transformaciones de la industria electrónica en Argentina* (No. 45; Documentos e Informes de Investigación). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

- Azpiazu, D., Basualdo, E. y Nochteff, H. (1988). *La revolución tecnológica y las políticas hegemónicas*. El complejo electrónico en la Argentina. Legasa.
- Azpiazu, D., Lahera, E. y Nochteff, H. (1984). Comercio exterior de electrónica de Argentina: series estadísticas (1970-1983). *Monografías e Informes de Investigación*, 6. FLACSO. (No. 6; Monografías e informes de investigación). Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Babini, N. (1997). La llegada de la computadora a La Argentina. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 20(39), 465-490.
- Bijker. (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs*. <https://mitpress.mit.edu/9780262522274/of-bicycles-bakelites-and-bulbs/>
- Carnota, R. y Rodríguez, R. (2015). Fulgor y ocaso de CEUNS. Una apuesta a la tecnología nacional en el sur de Argentina. En *Historia de las TIC 's en América Latina y el Caribe: inicios, desarrollos y rupturas*. Fundación Telefónica-Editorial Ariel.
- Chase-Dunn, C. y Hall, T. D. (2018). *Rise and demise: comparing world-systems*. Routledge.
- Cianci, L. (2011). *El papel de la industria electrónica en el proceso de desarrollo argentino* [Tesis de Ingeniería]. Universidad de Buenos Aires.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). Innovation and learning: The two faces of I+D. *The economic Journal*, 397(99), 569-596. <https://doi.org/https://doi.org/10.2307/2233763>
- Czemerinski, H. y Jacovkis, P. M. (2011). La llegada de la computación a la Universidad de Buenos Aires. *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 6(18), 75-88. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3716851>
- De Alto, B. p. (2013). Autonomía tecnológica: la audacia de la División Electrónica de FATE. *Ciccus*. <https://ojs.econ.uba.ar/index.php/H-ind/article/view/663>
- Decreto PEN 4.384/71 (1971).
- Feld, A. (2015). *Ciencia y política(s) en la Argentina: 1943-1983*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Herrera, A. O. (1995). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. *Redes Revista de estudios sociales de la ciencia*, 2(5), 117-131. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90711276005>
- Hurtado, D. (2010). *La ciencia en la Argentina: un proyecto inconcluso, 1930-2000*. Edhasa.
- Hurtado, D. (2015). Semi-periphery and capital-intensive advanced technologies: the construction of Argentina as a nuclear proliferation country. *Journal of Science Communication*, 14(02), A05. <https://doi.org/10.22323/2.14020205>
- Jacovkis, P. M. (2011). La Ménsula núm. 13. *La Ménsula*, 05(13), 1-8. https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/mensula/document/mensula_n013
- Lahera, E. (1976). *FATE y CIFRA: un estudio de caso en difusión y desarrollo de tecnología electrónica digital en Argentina* [Report]. ECLA. <http://salvador.edu.ar/csoc/idicso>
- Lall, S. (1992). *Technological capabilities and industrialization*. *World Development*, 20(2), 165-186. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lundvall, B. (1992). *National systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Pinter, Londres.
- Massare, B. (2014). De los neumáticos a los chips: el rol de la I+D en el desarrollo de las calculadoras y computadoras en la División Electrónica FATE (1969-1982). *III Simposio de Historia de la Informática de América Latina y el Caribe*.

- Nochteff, H. (1983). *Microelectrónica, desarrollo y políticas públicas. Aportes para la discusión de los efectos del grado de apertura del mercado sobre la capacidad tecnológica e industrial en electrónica en los países en vías de desarrollo: el caso de la industria de bienes de consumo electrónicos en la Argentina*. FLACSO.
- Nochteff, H. (1984). *Desindustrialización. Retroceso tecnológico en Argentina 1976-1982. La industria electrónica de consumo*. Centro de Documentación e Investigación acerca del Peronismo. <https://cedinpe.unsam.edu.ar/content/nochteff-hugo-desindustrializaci%C3%B3n-retroceso-tecnol%C3%B3gico-en-argentina-1976-1982-la-industria>
- Obiol, C. (2016). *Fuga de cerebros y políticas de repatriación de mano de obra calificada: el análisis del plan Raíces* [Licenciatura en Economía, Universidad Nacional del Sur]. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6211>
- Picabea, F. (2017). Desindustrialización y destrucción tecno-productiva durante la última dictadura cívico-militar argentina. El proceso de cierre de Industrias Mecánicas del Estado (1976-1980). *Realidad Económica*, 307, 93-123. <https://www.iade.org.ar/articulos/el-proceso-de-cierre-de-industrias-mecanicas-del-estado-1976-1980>
- Picabea, F. y Thomas, H. (2015). *Autonomía tecnológica y desarrollo nacional. Historia del diseño y producción del Rastrojero y la moto Puma*. Cara o Ceca.
- Queipo, G. (2010). *Industria electrónica en la argentina: situación actual y perspectivas, Panorama Industrial*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).
- Rodríguez, L. (2014). La reforma educativa del gobierno de Juan Carlos Onganía. Adhesiones y resistencias. En V. Galván y F. Osuna (Eds.), *Política y cultura durante el "Onganiato": nuevas perspectivas para la investigación de la presidencia de Juan Carlos Onganía (1966-1970)*. Prohistoria Ediciones.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the black box: Technology and economics*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9780511611940/type/book>
- Sábato, J. y Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. En *El Pensamiento Latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia* (pp. 215-231). Ediciones Biblioteca Nacional.
- Sadosky, M. (1962). El Instituto de Cálculo de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. *Revista de la Universidad de Buenos Aires*, 5(7), 4, 464-650.
- Sadosky, M. (1972). Entrevista a Manuel. *Ciencia Nueva*, 13-20.
- Schorr, M. y Wainer, A. (2017). Preludio: modelo de acumulación. Una aproximación conceptual. 10(3), 6-10.
- Thomas, H. (2006). Trayectorias socio-técnicas y estilos de cambio tecnológico en países subdesarrollados: la resignificación de tecnologías (Argentina, 1930-2006). *XX Jornadas de Historia Económica Argentina*.
- Thomas, H. y Buch, A. (2013). *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*.
- Zubieta. (2015). *La División Electrónica de FATE 1969-1976. Encuentro Programas Interdisciplinarios de la Universidad de Buenos Aires para el Desarrollo-Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. Universidad de Buenos Aires.
- Zubieta, R. (1967). Actividades de Investigación en semiconductores en la Facultad de Ingeniería. *Revista Electrónica*, 53(1), 15-22.

Zubieta, R. y Díaz, E. (2015). *Una experiencia de Desarrollo Independiente de la Industria Electrónica Argentina de Tecnología de Punta. Fate División Electrónica 1969-1976*. Prosa Editores.