



**Escuela Interdisciplinaria
de Altos Estudios Sociales**
IDAES_UNSAM

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
CARRERA DE SOCIOLOGÍA**

**TESINA PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN SOCIOLOGÍA**

Título:

***Adaptación y producción de conocimiento científico y tecnológico
en la periferia. El caso de los tecnólogos que desarrollaron sensores
con tecnología de película gruesa en INTI durante los años 90.***

**Tesista: Matías Emmanuel Parra Visentin
Directora: Lucía Ariza**

General San Martín

Septiembre 2022

***“ADAPTACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN LA PERIFERIA. EL CASO
DE LOS TECNÓLOGOS QUE DESARROLLARON SENSORES
CON TECNOLOGÍA DE PELÍCULA GRUESA EN INTI
DURANTE LOS AÑOS 90”.***

Nombre y apellido autor: Matías Emmanuel Parra Visentin

Firma: _____  _____

Nombre y apellido evaluador: Leandro López

Firma: _____

Nombre y apellido directora: Lucía Ariza

Firma: _____  _____

Lugar y fecha de Defensa:

Nota: _____

Agradecimientos

Las tesis no se escriben en soledad, aunque uno lo quisiera. A quien le toca escribir pone en movimiento a un conjunto de familiares, amigos y colegas que colaboran intelectual, operativa y afectivamente. En mi caso, todos colaboraron (algunos sin saberlo) empujando con sus saberes y experiencias, y aportando con discusiones y acompañamiento en los momentos de catarsis. A su vez, varios de este colectivo están expectantes al momento en que nacerá un nuevo sociólogo, me preguntan: “¿Y, cómo viene la cosa?”. A todos ellos, simplemente puedo decirles que lo logramos.

A la Lic. Julieta Ruano no tengo otras palabras más que gracias por ser la compañera más compañera, por enseñarme y principalmente por soportarme durante el proceso de edición. Sos lo más.

Al Ing. Andrés Dmitruk por su fuerza interminable, su amistad, su interés constante en esta tesina y por las largas charlas sobre política y electrónica. Salú.

A la Dra. Lucía Ariza por su sensibilidad, dedicación y compromiso en cada corrección, y por apostar a una tesina de grado con calidad académica.

Al Lic. Bruno de Alto por el apoyo de siempre, por militar que el conocimiento es clave para la gestión pública comprometida con la reducción de las desigualdades y por ser un gran amigo.

A la Dra. Ing. Liliana Fraigi por el apoyo en el momento en que decidí abandonar el estudio de la Ingeniería y optar por el de la Sociología. Por creer que esta puede contribuir al desarrollo de tecnología.

Al Ing. Ariel Hernández porque a través de su sensibilidad pudo darse cuenta y sugerirme que la carrera de Sociología era adecuada para mí cuando aún no conocía su existencia. No se equivocó. Gracias amigo.

A mi familia por enseñarme la importancia de la educación pública y, en especial, a mi mamá por cultivar la reflexión en mí. A mi hermana y mis bellos sobris por su cariño. A mi papá por siempre estar en los momentos importantes.

A la UNSAM, a la EIDAES, a quienes las hacen diariamente y a sus profesores comprometidos, que además de graduarme me permitieron conocer grandes amigos (y nuevos colegas sociólogos), con los cuales discutí y enriquecí esta tesina. Gracias a Mailén Pérez Tort, Belu Altieri, Ale Zamponi, Juli Quintana, Mari Cazau, Manu Aguilera, Pau Martinetti, Lu Raffin, Karen Azcurra y Nahuel Rosas. En especial a Vero Puccio y Adrián Villar por haber construido una linda amistad durante toda la carrera.

Al INTI, con el cual di mis primeros pasos en las cuestiones sobre ciencia, tecnología y política. A los amigos electrónicos: al Ing. Juan Carlos Gómez, al Dr. Ing. Pablo Etchepareborda y al Ing. Hernán Ledesma por el apoyo emocional y las discusiones políticas, siempre enriquecedoras. También, a los amigos del gigantesco mundo multidisciplinar del INTI que aportaron indirectamente en mi formación sociológica, haciéndome reflexionar desde el punto de vista de sus expertises y sus formas de ver la tecnología: al Lic. Sebastián Perrone, a la Lic. Mariana Papa y a la Lic. Soledad Barbellis (mis biólogas de cabecera), a Pau Dublanc, a la Lic. Jorgelina Traut, a la Ing. Gabriela Conterno, a la Lic. Sabrina Accorinti, a la Lic. Virginia Kuklis, a Valeria Montenegro, al Lic. Fernando Kornblit, a Rodrigo Álvarez, al Lic. Marcos Rodríguez, a Cristian Casero, a la Dra. Julieta Comin, a la Lic. Caro Iglesias, al Ing. Jorge Schneebeli, a la Lic. Vero Cesa y al Dr. Fabián Nigro. A Romina Albertotti por traerme, sin que se lo haya pedido, media biblioteca perteneciente a su padre (también trabajador del INTI) con fuentes secundarias, una grosa. A Marce Isleño, Clau Buffi, Gise Santana, al Lic. Ale Sirota.

A los pertenecientes al CMNB, algunos de los cuales aportaron directamente con entrevistas, otros con su compañerismo y otros más con sus formas de hacer tecnología. Gracias Lic. Fabiana Flores, Dr. Gustavo Giménez, Lic. Mariano Roberti, Ing. Mijal Mass, Dr. Leandro Monsalve, Ing. Alex Lozano, Ing. Laura Malatto, Julián Marinoni, Lic. Anahí Medrano, Ing. Omar Milano, Damián Ricalde, Carlos Reinoso, Sandra Romero, Paola Colombo, Dr. Gabriel Ybarra, Lic. Gloria Longinotti, Ing. Salvador Tropea e Ing. Diego Brengi.

Al Ing. Luis Amores, amigo y quien fuera director de la Escuela de Educación Técnica N° 5 de Tigre, por su preocupación en mantener la tecnicatura en electrónica cuando la gran mayoría se convertía en bachillerato bajo el proyecto de la escuela polimodal.

Resumen

En la década del 90, en el Centro de Investigación de Tecnología Electrónica e Informática (CITEI) del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), un grupo de tecnólogos apostó al desarrollo de sensores electroquímicos con tecnología de película gruesa para favorecer la producción local en las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) industriales, pese al contexto de fuerte retracción tanto de los organismos de ciencia y tecnología (CyT) como del aparato productivo.

Esta situación, que aparenta ser contradictoria, lleva a preguntarse cómo fue posible que se desarrollaran sensores con tecnología de película gruesa en un momento adverso para el desarrollo y la producción en un país periférico como Argentina.

Tal pregunta inicial invita a reflexionar sobre el significado de los sensores y de la tecnología con la cual fueron construidos, a “abrir la caja negra” de estos para comprender el sentido de su existencia en la organización productiva global. Y, también, a indagar sobre su relación con los tecnólogos: ¿por qué se decidieron por estos y por esta tecnología?, ¿cómo y dónde aprendieron todos estos saberes y conocimientos?, ¿qué y cómo fue hacer CyT en el CITEI? y ¿por qué fue posible hacerlo en INTI cuando la política no era favorable para este tipo de instituciones?

En relación con estas preguntas, en primera instancia, cabe investigar sobre los diversos aspectos que implicaron al desarrollo de esta tecnología en la periferia del conocimiento y de la producción. Por un lado, se abordarán los roles que ocuparon científicos e ingenieros en la cultura tecnológica del CITEI. Por otro lado, a través del esquema conceptual del triángulo de Sábato y del concepto nativo de “nicho tecnológico” se describirán las consideraciones ideológicas de los tecnólogos. Además, se analizará la fundación del CITEI —que dio marco al desarrollo de sensores— mediante las prácticas formales e informales que llevaron adelante los tecnólogos, en vínculo con los industriales, y que fueron habilitadas por la institucionalidad del INTI.

En segunda instancia, se reconstruirá, desde los años 30 a los 90, el contexto histórico en el que se inscribe el desarrollo de los sensores. A través del análisis de los diferentes marcos tecnológicos de la electrónica, relativos a los dispositivos estudiados aquí, se abordará el cambio tecnológico que se constituyó en el diálogo entre situaciones internacionales, nacionales e institucionales del INTI y que enmarcaron la trayectoria de las redes —materiales y humanas— y de los aprendizajes técnicos de los tecnólogos del CITEI.

Índice

Introducción.....	14
Metodología.....	20
Antecedentes sobre los Estudios Sociales de la Ciencia y la Técnica.....	30
CAPÍTULO 1: El tecnólogo como constructor de situaciones de desarrollo para sensores con tecnología de película gruesa en el Centro de Investigación de Tecnología Electrónica e Informática del INTI.....	40
Abriendo la <i>caja negra</i> del sensor.....	40
Una cuestión de negociación: los límites difusos entre la ciencia y la tecnología.....	45
Situaciones de desarrollo en la periferia construidas desde el <i>triángulo de Sábato</i>	53
La fundación del CITEI a través de prácticas formales e informales.....	62
CAPÍTULO 2: Los marcos tecnológicos de la electrónica para situar la acción de los tecnólogos.....	70
Marco tecnológico del origen de la I+D en electrónica en Argentina.....	74
Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante la planificación estatal del proceso industrializador.....	77
Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante la deslocalización de la producción...84	
Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante el retorno a la democracia en Argentina.....	91
Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante el retorno a las políticas de apertura económica en Argentina.....	97
Reflexiones finales.....	106
Bibliografía.....	122

*“Cuando lo imposible empieza a suceder,
lo más razonable es aceptarlo con naturalidad”*

El tiempo de Milena. pág. 439.
Abelardo Castillo

Introducción

Sería difícil identificar una fecha precisa en la cual tomé¹ contacto, por primera vez, con el quehacer tecnológico; ya que, en mi ámbito familiar, era común ver herramientas y situaciones de construcción y de reparación de objetos. Menos problemático sería decir cuando inicié mi relación con un quehacer particular: el de la electrónica. Durante mi adolescencia, la estudié y me recibí de técnico electrónico en la Escuela de Educación Técnica n.º 5 de Tigre, por ese entonces pensaba que esta disciplina era un medio para mejorar la calidad de vida general.

Sin embargo, mi interés por aprender esta disciplina iba disminuyendo a medida que experimentaba diferentes trabajos de técnico y que avanzaba en mis estudios para la carrera de Ingeniería electrónica en la UTN². En la práctica real de la electrónica se iba erosionando y entrando en crisis mi temprana y poco elaborada postura política respecto de la tecnología.

Quizás, la más impactante contradicción que experimenté fue en INTI cuando ingresé como técnico electrónico. Allí me fascinaban los conocimientos, saberes, laboratorios y maquinarias que había para aprehender. Pero me tomaba por sorpresa la dificultosa vinculación que yo veía desde mi área de trabajo entre los proyectos tecnológicos y las problemáticas de la industria, de la educación, o de otros sectores de la sociedad.

Esta inconsistencia entre la misión del INTI³ y la realidad de la práctica ingenieril que yo experimentaba me llevó a hacerme preguntas sobre el sentido de la electrónica y a repensar los éxitos del CITEI. Tales inquietudes me seducían más que estudiar sobre la propia disciplina. Por lo tanto, abandoné el estudio de la electrónica para adentrarme en la carrera de Sociología en la UNSAM⁴. Esta decisión me ayudó a mirar a las ciencias naturales, exactas e ingenierías como cuerpos de conocimientos que tenían sentido tanto para sus actores como para la sociedad en la que se encontraban inmersos. Fue un modo de aprender a preguntar y a construir respuestas, suspendiendo mis *aprioris* sobre la electrónica, los tecnólogos y el INTI.

El interrogante principal que estructura esta tesina radica en comprender y analizar cómo fue posible que en el contexto de los años noventa —poco favorable para el desarrollo tecnológico nacional dada la fuerte retracción de las instituciones de CyT— un grupo de tecnólogos haya dominado la tecnología de película gruesa, diseñado y construido sensores (algunos de los cuales alcanzaron el estatus de producto, llegando a venderse en el mercado

¹ Solo las referencias autobiográficas (pensamientos y experiencias en relación con el campo) se escribirán en primera persona, a diferencia de la restante escritura de la investigación.

² Universidad Tecnológica Nacional.

³ Será abordada en el capítulo 1.

⁴ Universidad Nacional de San Martín.

local), haya accedido a saberes en circuitos internacionales y, a su vez, expandido y consolidado estos conocimientos de alta intensidad en el ámbito local.

En el primer capítulo de este trabajo se describen y analizan, desde una mirada sociológica, los principales elementos que han contribuido a la generación de conocimiento tecnológico intensivo en el CITEI: los sensores, el rol del tecnólogo y su forma de pensar el desarrollo, y la institucionalidad del INTI.

Para ello, en primer lugar, se considera el caso de los sensores, artefactos construidos con una tecnología particular, la de película gruesa, como idóneo para observar las dinámicas de construcción de conocimiento local en relación con el desarrollo tecnológico internacional.

Cabe resaltar que la tecnología de película gruesa es utilizada en el campo de la electrónica y de la electroquímica, entre otras disciplinas, para diseñar y construir sensores electroquímicos, además de circuitos impresos y otros componentes. Los sensores propiamente dichos se utilizan principalmente para la automatización de procesos industriales y para la construcción de artefactos de medición; estos traducen variables físicas y químicas en un lenguaje matemático, inteligible para los seres humanos. Por ejemplo, un termómetro es un sensor que cuantifica la temperatura corporal: la traduce en “bits” que se visualizan en su pantalla. Es decir, el calor que siente una mano que se posa sobre una frente con fiebre puede cuantificarse mediante la utilización del termómetro y, a partir de allí, pueden tomarse decisiones para paliar la situación. Mediante los sensores se puede pasar de evaluar la temperatura de un modo indeterminado a medirla en un número concreto.

En esta tesina los sensores se conciben como dispositivos que constituyen a la sociedad y que contribuyen a su organización productiva. No solo son artefactos que solucionan problemas técnicos puntuales, sino que, además, permiten el funcionamiento social. Coherentemente con el enfoque planteado, estos dispositivos se comprenden desde la perspectiva de Latour (2008). Este autor designa a “lo social” como una vinculación entre elementos humanos y no humanos que constituyen al grupo, al colectivo o a la sociedad, resultando en tipos particulares de asociaciones; a diferencia de la sociología tradicional que entiende a “lo social” como un tipo de sustancia particular que difiere de otras.

Además, se dialoga inicialmente con la idea de “abrir la caja negra” del mismo autor porque es pertinente para pensar cuáles tecnologías disponibles tenían para elegir los tecnólogos en el contexto internacional. Si bien se comparte con él que la realidad es producto de un ensamble humano-no humano, esta tesina se focaliza en las ideas expresadas por entrevistados humanos para conocer cómo piensan y se posicionan estos sujetos en el contexto del desarrollo local de la electrónica.

Entonces, desde este análisis no se piensa a los sensores como a “cajas negras”⁵, sino que se las abre, tal como lo propone Latour (2001), para comprender la ciencia [y la tecnología] mientras se hace. El autor busca que, mediante esta apertura, se dé cuenta de los procesos reales de construcción de conocimiento; a contramano de los estudios sociológicos que los ocultan mediante la utilización de categorías predefinidas porque los pretenden objetivos. Por tanto, esta propuesta comprende la existencia del sensor en tanto que objeto material, producto de una ciencia y tecnología vinculada a la organización productiva y financiera global, que va intensificando su productividad y sus comunicaciones cada vez con mayor precisión.

En segundo lugar, desde la perspectiva de Pinch y Bijker (2008), que considera a la ciencia y tecnología como una cultura socialmente construida, y desde la mirada de los entrevistados, se exponen las discusiones entre los científicos e ingenieros del CITEI en las que se define el alcance de sus identidades a través de la negociación de sus roles (Callon, 1980) en el ámbito de la investigación y desarrollo (I+D) de la tecnología.

En esta sección se destaca el concepto nativo de *nicho tecnológico* que representa la estrategia que los tecnólogos utilizan para elegir las tecnologías internacionales. Con el objetivo del desarrollo nacional, intentan competir en el mercado electrónico mundial para insertar a la Argentina. A través de esta idea, ellos buscan especializarse en áreas vacantes o en aquellas en las que hay posibilidades de competir y cooperar con los centros de conocimiento internacionales en electrónica. Bajo este concepto, además, se esfuerzan por hacer coincidir las tendencias globales de desarrollo con las posibilidades locales de la industria. Finalmente, mediante esta estrategia, los tecnólogos eligen una *tecnología de frontera*⁶ del conocimiento occidental para dominarla, o bien antes, o bien mejor que las potencias.

En tercer lugar, se indaga sobre los modos de pensar la I+D de los tecnólogos electrónicos del CITEI, sus modos de poner en práctica esas ideas, sus estrategias desplegadas y sus posiciones políticas respecto a las discusiones de CyT que se estructuran en el país. Estos modos de pensar y hacer —reconstruidos también a partir de las consideraciones de los

⁵ Según Kreimer (2016:16) “La noción de black box o caja negra fue propuesta por Whitley (1972), para explicar el modo en que la sociología funcionalista de la ciencia trataba al conocimiento, a sus procesos de producción y sus métodos y teorías. Dado un marco institucional y un conjunto de insumos, se obtenía un conjunto de productos (conocimientos) cuyos procesos de producción no incumbían al estudio sociológico”.

⁶ Término utilizado por la ingeniería para referirse al *mainstream* del conocimiento tecnológico.

entrevistados— se sistematizan en el esquema del triángulo de Sábato (Sábato y Botana, 1970), ideado en las discusiones del PLACTED⁷.

Este esquema es una herramienta metodológica para diseñar políticas de I+D en torno a tecnologías particulares. Si bien este no siempre está explícitamente citado o aludido por los tecnólogos entrevistados, es posible observarlo actuar o funcionar en sus maneras de hacer tecnología. Con el Triángulo de Sábato ellos organizan las relaciones entre los tres principales actores participantes: el estado nacional, la infraestructura científico-tecnológica pública y el sector productivo. Es decir, en él establecen los alcances de la acción de cada actor: el Estado define la política y distribuye los recursos y, bajo esa política, los tecnólogos investigan y desarrollan junto con sus laboratorios y equipamientos, mientras que los empresarios producen e invierten tomando los desarrollos o participando en el proceso de investigación. Pero ya que no siempre el Estado y los empresarios cumplieron con estos roles, los tecnólogos intentaron suplir sus ausencias. Este esquema, además, es puesto en relación con el concepto nativo de nicho tecnológico.

En cuarto lugar, se abordan los aspectos organizacionales del INTI, analizando el caso de la fundación del CITEI, con el objetivo de dar cuenta del quehacer político-tecnológico de los tecnólogos. Desde la perspectiva propuesta por Amílcar Herrera (1973) en las discusiones del PLACTED, se analizan las prácticas formales e informales de los tecnólogos que dieron origen al CITEI (espacio indispensable para el desarrollo de los sensores) mediante los conceptos de política científica explícita e implícita. Es decir, que se examinan las definiciones jurídicas y legales del Decreto-Ley 17 138, promulgado en 1957 —el cual crea al INTI y que al presente continúa en vigencia—, para comprender los modos formales de creación de centros tecnológicos. Además, en vínculo con el trabajo empírico de Oszlak (1984) sobre dos centros de investigación, se analizan las ambigüedades de la mencionada legislación que habilitaron las prácticas informales, las cuales contribuyeron a la creación del CITEI.

El segundo capítulo destaca la fuerte impronta histórica de esta tesina. Desde una mirada socio-histórica se reconstruye, en un mismo acto, la trayectoria de los conocimientos tecnológicos de los sensores y la trayectoria de las redes —materiales y humanas— de la electrónica. Esta reconstrucción se realiza mediante el análisis del cambio tecnológico en vínculo con los sensores de película gruesa. En este sentido, se aborda una sucesión de etapas históricas definidas por la noción de marco tecnológico de Pinch y Bijker (2008). A su vez, dicha noción es ampliada por la propuesta de Bruun y Hukkinen (2008) al incorporar los

⁷ Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología, Desarrollo y Dependencia.

enfoques de la EE⁸, la CTS⁹ y la TAR¹⁰ al análisis, con la meta de abordar el cambio tecnológico incluyendo aspectos institucionales, grupales y de las redes.

A dichos aspectos, para abordar cada una de las etapas históricas, se los ordena en cuatro dimensiones llamadas por Bruun y Hukkinen *conductores del cambio tecnológico*: el primero de los conductores da cuenta de la situación global de la electrónica; el segundo y el tercero tratan sobre situaciones locales: una retoma las políticas nacionales relacionadas a la electrónica en diversos ámbitos, tales como el de la industria, la investigación y la política tecnológica, mientras que la otra retoma la política institucional del INTI en vínculo con el desarrollo electrónico en el PTM; el cuarto reconstruye las redes de la electrónica y de los sensores y destaca el rol del tecnólogo del CITEI.

Manteniendo un orden cronológico se reconstruye, desde los años 30 a los 90, el contexto histórico y el cambio tecnológico en el que se inscribe el desarrollo de los sensores. El primer marco aborda el origen de la I+D en electrónica en Argentina, desde el quiebre de la bolsa de Nueva York en 1929 hasta la invención del transistor en 1947, y considera la aparición de las redes electrónicas de investigación en el país. En el segundo marco, se indaga sobre la electrónica durante la planificación estatal del proceso industrializador, entre 1947 y 1976, y se historiza el nacimiento de la electrónica moderna, indagando las redes electrónicas en el INTI. El tercer marco se focaliza en la situación de la electrónica durante el proceso de la deslocalización de la producción internacional y su expresión local a través de la última dictadura cívico-militar (1976-1983). En el cuarto marco, entre 1983 y 1987, se piensa a la electrónica durante el retorno a la democracia en Argentina, cuando sucedió el primer intento de generar una política local para el sector y se fundó el CITEI. En el último marco, se analiza la electrónica en el contexto desindustrializador del retorno a las políticas de apertura económica en Argentina, desde 1987 hasta el 2003, cuando se abandonan las políticas de desarrollo electrónico a nivel local y cuando los tecnólogos del INTI se sostuvieron en las redes para desarrollar sensores de película gruesa en el CITEI.

⁸ Economía Evolucionista.

⁹ Ciencia, Tecnología y Sociedad. Es el marco teórico desarrollado por Pinch y Bijker.

¹⁰ Teoría del Actor Red.

Metodología

En esta investigación se opta por el método inductivo analítico de los estudios cualitativos. Tal como se encuentra explicado en Sosa (2019), esta metodología de investigación busca generalizar sobre los fenómenos sociales dando un lugar fundamental al trabajo de campo. Mediante el estudio de casos se ponen a prueba y se ajustan dichas generalizaciones para así poder construir una imagen de conjunto de cierto fenómeno; además, a aquellos contraejemplos que surjan del propio trabajo de campo se los incorpora dentro del planteo teórico.

Asimismo, la autora refiere detalladamente al avance del proceso metodológico: en primera instancia, se realizan preguntas y se plantean hipótesis y presupuestos —en algunos casos imprecisos— que deben ser provisorios, amplios, flexibles y abiertos a modificaciones; para luego acceder al campo y ser contrastados en él. A partir de allí, según la autora, se podrán construir los primeros datos empíricos a través de la conceptualización inductiva. Es un proceso incremental que conjuga los presupuestos teóricos con el discurso de los entrevistados, y es un ejercicio de artesanía intelectual (Wright Mills, 1961), donde el objeto de estudio y su sustento empírico se van delimitando y construyendo mutuamente hasta conseguir una consistencia entre teoría y dato cualitativo. En términos generales, Sosa describe el contraste iterativo entre la pregunta y los datos empíricos como un modo de refinamiento de la misma y de la propia construcción de los datos:

La operación que realiza el investigador o investigadora consiste en ‘un juego entre la postulación de causas tentativas y de definiciones tentativas del fenómeno a estudiar, donde una modifica a la otra’. En la medida en que ‘se establezca una relación integral y completa entre ambas’, la teoría se acercará a su formulación final. ‘Cuando las generalizaciones se vuelven autoevidentes a partir de la definición del fenómeno que se busca explicar, se habrá cumplido la tarea’ (Turner 1953:609, en Sosa, 2019:17)

Ahora bien, este ejercicio metodológico no se realiza con pretensiones de formular nueva teoría, sino con la intención de estar expectante ante aquellas categorías que surjan del campo, y que den cuenta del modo de pensar y de hacer de los tecnólogos del INTI. Por ello, para abordar el campo fueron elegidas diversas herramientas. Se comenzó con una entrevista inicial exploratoria con un tecnólogo de trayectoria relevante en la historia del CITEI, con la que se conocieron algunos hechos empíricos significativos de la institución. Esta permitió obtener una primera aproximación al campo, sin embargo, no brindó datos suficientes para construir un análisis acabado desde una perspectiva histórica. Luego, se realizaron entrevistas

semi-estructuradas, cuya guía de preguntas fue construida a partir del análisis de la entrevista exploratoria. Por último, se utilizaron fuentes secundarias para analizar y cotejar datos, y construir contextos más amplios además de aquellos mencionados por los tecnólogos.

En referencia a lo anterior, se comenzó el trabajo de campo a partir de dicha entrevista exploratoria —con un tecnólogo de larga trayectoria en INTI— para acceder a algunos hitos importantes y para ampliar el conocimiento sobre la semántica compartida por los tecnólogos. Al momento de llevarla adelante, se tuvo en cuenta las valoraciones de “éxito” y “fracaso” que suelen dominar en los discursos ingenieriles y científicos, ya que los tecnólogos acostumbran evitar la mención de experiencias fallidas por considerarlas irrelevantes, no obstante, son significativas en el análisis sociológico, tal como propone Bloor (2009) en su concepto de *simetría* entre verdad y falsedad. Esta primera entrevista permitió relacionar el vocabulario habitual del tecnólogo junto con sus apreciaciones sobre la I+D y visualizar un panorama de la electrónica en el CITEI, inmerso en diferentes momentos políticos globales, nacionales y locales del INTI.

De allí surgió una herramienta importante del proceso metodológico: una línea del tiempo para ubicar tentativamente, en tiempo y espacio, los hechos tecnológicos del CITEI mencionados por el primer entrevistado. Dos focos importantes fueron: la fundación del CITEI y la creación de los sensores electroquímicos desarrollados con tecnología de película gruesa. Este insumo ordenador era un modo de comenzar a entrar en un campo donde la historia tenía un peso importante para comprender el proceso tecnológico.

Con esta línea del tiempo se estructuraron las preguntas de la guía orientadora con la que se continuó adentrando en el espacio de estudio, dando el segundo paso del proceso metodológico. Aplicando la misma guía, se realizó una serie de entrevistas semi-estructuradas con otros tecnólogos en las que se preguntó explícitamente por casos fallidos y se prestó especial atención a diferentes discursos —tanto coherentes como contradictorios entre sí— que fueran confirmado o poniendo en cuestión aquellos hechos mencionados. Es decir, se preguntó poniendo en práctica la propia naturaleza del método, el contraste entre voces, que permitió objetivar las situaciones y miradas sobre la tecnología; y así, tanto las preguntas como la línea del tiempo iban adquiriendo precisión a partir de la incorporación de nuevos testimonios. En otras palabras, toda la muestra fue sometida a la misma guía en un proceso iterativo en el que se ajustaron mutuamente el objeto y el dato.

En ese proceso de iteración, la reflexividad (Guber, 2001) del investigador es central para descartar sus presupuestos iniciales a medida que va incrementando su conocimiento sobre el campo. Las preguntas de la guía son siempre iguales a miras de sostener una coherencia en

la estructura metodológica, pero es el investigador quien debe tratar de afinar dichas preguntas en la propia situación de entrevista e ir explorando las nuevas respuestas como así también tratando de falsear o contradecir respuestas anteriores con el objetivo de buscar diferencias o similitudes entre los relatos de los primeros entrevistados y los posteriores.

De este modo es como se practica la iteración: es un proceso incremental del conocimiento de las experiencias de los entrevistados que permite al investigador jugar con las respuestas previas en las nuevas entrevistas. Esta práctica no se realiza solamente para confirmar discursos de los primeros entrevistados sino para ponerlos en tensión entre sí. Este ejercicio pone en relación sus discusiones, sus disputas de sentido, sus consensos y sus desacuerdos. Con esto tampoco se está queriendo decir que se citan respuestas previas, sino que se juega con la mención de hechos, procesos, definiciones, apreciaciones, etc. previamente mencionados, a fin de buscar diferentes miradas sobre el objeto de la entrevista. En este sentido Sosa (2019) concluye:

(...) la verificación de una teoría no consiste en la recolección de casos seleccionados con vistas a su comprobación, sino en buscar evidencias que contradigan las implicaciones lógicas que podrían deducirse de esta teoría. De ello se desprende que los aspectos esenciales del fenómeno que tal teoría contiene conforman un sistema (...) ya que la propia definición del fenómeno fue progresivamente modificada a través de un proceso que consiste en la revisión constante de certezas provisorias (...) pero también de un proceso constante de contrastación de estas hipótesis con la información relevada. (p.26)

Ahora bien, la pregunta es cómo construir la entrevista semi-estructurada. Para hacerlo, el investigador, a partir de sus presupuestos iniciales, construye hipótesis a través de: lecturas sociológicas de la temática estudiada, conocimientos y juicios sobre el campo e información recabada en las lecturas iniciales de las fuentes secundarias. Todo esto funciona a modo de insumo para definir las preguntas.

Entonces, con esta base, la guía se estructuró mediante la idea de reconstruir la trayectoria de las tecnologías vinculadas al desarrollo de sensores en el CITEI. Dicha idea surge de la lectura de investigaciones concretas que, a pesar de diferir en sus objetos de estudio y sus abordajes metodológicos, reconstruyen trayectorias tecnológicas, tales como el diseño de la bicicleta (Pinch y Bijker, 2008) y el derrotero de la empresa INVAP (Thomas, Versino y Lalouf, 2008). En continuidad con esta idea, para llevar a cabo la redacción de las preguntas, se planteó una estrategia que dividía a la entrevista en tres bloques. El primero de ellos fue

dedicado a los orígenes de la electrónica y de los sensores en INTI. En un segundo bloque, debido a la propia impronta histórica de esta tesina, se buscó tener un conocimiento general de la trayectoria del grupo y de la tecnología, por lo que se profundizó en los hitos tecnológicos, en los proyectos inconclusos y en las apreciaciones de los tecnólogos sobre el INTI y sobre el país. El último bloque estuvo dedicado a preguntas específicas sobre la tecnología de película gruesa, los sensores y los proyectos que los habían involucrado.

Hablar de la electrónica en INTI es, también, hablar de gran parte de la trayectoria profesional de los tecnólogos. Por ello, fueron utilizadas algunas de las técnicas sugeridas por Patricia Schettini e Inés Cortazzo (2015) para reconstruir historias de vida. Sin embargo, esta tesina no reconstruye historias de vida en sí, sino un modo de pensar el desarrollo tecnológico —fuertemente vinculado a la institución— que se fue constituyendo a la par de un proceso que involucró situaciones a nivel local e internacional.

Siguiendo a estas autoras, se considera que el sentido de aquello que narra el entrevistado es dado por su entorno más inmediato y es accesible al investigador, siendo este último un sistematizador del relato. Ellas explican:

La historia oral (...) es una historia de la vida cotidiana –generalmente local– muy compenetrada en el rescate de la memoria (en la búsqueda de una identidad cultural) de los que aún están (...) Son esos hombres del pasado o bien sus herederos directos quienes hacen las veces de traductores, de recuperadores de la memoria; pero para que la recuperación de la memoria trascienda la simple memoria debe ubicarse en contextos más amplios que los del sujeto que narra, es decir, su sentido lo da la comunidad a la que pertenece el narrador y es así como el que escucha es un simple agente externo, instrumento organizador del relato, del pensamiento. (p.72)

De acuerdo con las autoras, se considera que el conjunto de las entrevistas, mas no un único informante, aportan datos de un modo más acabado sobre el tema en cuestión de esta investigación: la electrónica y los sensores en INTI. Las autoras también indican que el tema debe ser explorado externamente, en este caso se vinculó a los tecnólogos con la política y con el desarrollo tecnológico en general. Es decir, el investigador deberá apoyarse en fuentes secundarias para dar sentido y comprensión a los discursos de los entrevistados (principalmente cuando relatan situaciones de las que se enorgullecen o aquellas que recuerdan con nostalgia), lo que, en este estudio, implicó vincular los discursos de los tecnólogos con la electrónica a nivel global y nacional. Dicho con otras palabras, este tipo de apreciaciones pueden ser

entendidas en procesos más generales del desenvolvimiento de esta tecnología en el capitalismo global.

Así pues, si bien las referencias que hacen los entrevistados surgen desde sus propias experiencias y desde sus propios intereses, esta tesina les da sentido al ampliar la situación en que se produjeron mediante el cotejo con documentos, memorias, archivos, anuarios, libros, publicaciones internas del INTI, búsquedas en internet, etc., que aportan para reconstruir los hechos. De esta manera, los datos se contextualizan al ser confrontados entre sí, encontrando coincidencias y/o discrepancias entre los tecnólogos, y al ser puestos en diálogo con fuentes secundarias, ampliando, de ese modo, el análisis del objeto de estudio.

La construcción de la muestra se focalizó en aquellos profesionales vinculados al desarrollo de sensores, quienes al momento de realizar las entrevistas pertenecían al CMNB¹¹. Sin embargo, es necesario aclarar que —para el período histórico que aborda esta tesina— la mayoría de éstos realizaban sus investigaciones en el CITEI debido a que el CMNB aún no existía. En el año 2013, cuando se fundó dicho centro, ellos migraron desde el CITEI hacia el CMNB. Por ello, la perspectiva de esta tesina implicó abordar un conjunto de personas que investigaron esta tecnología dentro del INTI independientemente de los centros de investigación en los que se fueron nucleando con el correr de los años.

Cabe destacar que este grupo de I+D pasó por momentos de crecimiento y de reducciones muy fuertes sin llegar a disolverse: muchos técnicos, ingenieros y científicos básicos han participado en él. Por consiguiente, se entrevistó a aquellos tecnólogos que se habían mantenido vinculados directa o indirectamente a dicho grupo, porque este hecho es considerado una característica importante para sostener el desarrollo electrónico en el PTM. Detrás de esta idea operó el supuesto de que fueron ellos quienes mantuvieron la cultura del tecnólogo electrónico en la sede del PTM durante el período estudiado.

La selección de la muestra estuvo compuesta por 8 tecnólogos de distinta antigüedad laboral, que varía entre 30, 20, 15, 10 y 8 años. La mayoría eran profesionales activos y la minoría jubilados aún en relación con el grupo.

Esta selección estuvo vinculada al objetivo de reconstruir la trayectoria del desarrollo electrónico, y particularmente de los sensores en el INTI. Así pues, se eligieron tecnólogos de diferentes épocas para cubrir un período de más de 60 años. Ellos debían estar implicados o bien desde decisiones técnicas, o bien desde la gestión de proyectos de I+D. Se supone aquí que entre distintas generaciones de tecnólogos se heredan —por cuestiones de duración de la

¹¹ Centro de Micro y Nanoelectrónica del Bicentenario

vida laboral— los conocimientos que se fueron acumulando durante los años. De modo que se pueden comparar formas de pensar y de hacer de los tecnólogos más antiguos con aquellos más contemporáneos al fin del lapso histórico de esta tesina. Entonces se tomó la decisión de que para cada etapa histórica se entrevistaría en profundidad, al menos, a un tecnólogo. A través de esta técnica se pudo acceder al pasado, mediante la recuperación de indicios, para reconstruirlo en el cotejo con fuentes secundarias como así también, registrar continuidades y/o rupturas en las formas de concebir al desarrollo tecnológico.

Durante el acceso al campo conté con herramientas lingüísticas y lógicas de pensar la técnica, propias de mi trayectoria personal vinculada con la electrónica. Conocía gran parte de la semántica utilizada en el ámbito de esta tecnología, lo cual me facilitó la comunicación con los tecnólogos, quienes eran parte de mi objeto de estudio.

Además, a casi todos los entrevistados ya los conocía de antemano porque eran compañeros y jefes de trabajo (como se ha indicado anteriormente). Mi rol en el grupo era el de técnico de laboratorio especializado en microsoldadura. Por ello, para acceder a los entrevistados hice uso de mi red laboral. Comencé entrevistando al tecnólogo más antiguo del grupo, quien me fue presentado por los jefes de ese momento puesto que se había jubilado en el 2001, pero seguía en relación con ellos.

Si bien el hecho de haber pertenecido al grupo y contar con credenciales de la disciplina me facilitó el acceso al campo en tanto que investigador de las ciencias sociales, ello no implicó que sus miembros aceptaran ser informantes. Pude identificar otros motivos por los cuales colaboraron: el primero de ellos trata de una resistencia a la situación política del país en ese momento; el segundo, de un interés por recuperar la memoria; y el tercero, de una cercanía afectiva hacia mi persona.

A principios del año 2018 —al igual que en otras instituciones nacionales— en INTI se realizaron despidos masivos¹² por causas políticas. La aplicación de esta política institucional conflictuó a todo el organismo provocando resistencias en diferentes ámbitos: sindicales, institucionales, formativos, etc. En enero de ese año se había despedido aproximadamente al 10% del personal¹³ por militar sindicalmente y/o por tener adhesiones políticas partidarias diferentes a la gestión de Javier Ibáñez¹⁴ (2015-2019). El conflicto tomó tal magnitud que se interfirieron todos los procesos de trabajo en la institución, enfrentando por diversos motivos

¹² <https://ate.org.ar/250-despidos-en-inti-trabajadores-cortaron-general-paz-y-definen-plan-de-lucha/>

¹³ https://www.clarin.com/politica/tension-inti-amenaza-corte-general-paz-anuncio-250-despidos_0_SJYyXhhSM.html

¹⁴ <https://chequeado.com/el-explicador/despidos-en-el-inti-quien-es-javier-ibanez-su-presidente/>

a la mayoría del personal con las autoridades del INTI. De este modo, no solo se afectó al personal despedido sino a toda la institución¹⁵.

Gran parte de la presidencia de Mauricio Macri (2015-2019) se caracterizó por llevar adelante una campaña política de desprestigio hacia la investigación nacional. Ya a fines de este período, en pleno año electoral, se agudizó la discusión pública^{16 17} sobre la importancia de la ciencia y la tecnología mientras que se mantenían los despidos, se devaluaba el salario, se reducía el cupo de ingreso y la inversión en el sector¹⁸.

Las entrevistas se realizaron a mediados del 2019, entre junio y agosto, en un contexto marcado por la conflictividad en INTI, que aún perduraba por el desfinanciamiento de este tipo de instituciones. En ese momento, la mayoría de los tecnólogos entrevistados estaban militando el regreso de los despedidos a sus funciones a través de diferentes vías. Una de ellas fue participar en las entrevistas para esta tesina, ya que valoraban y consideraban útil al punto de vista sociológico para pensar la tecnología¹⁹, y con ello afirmaban defender la importancia de su actividad científica: oponiéndose así a la política tecnológica vigente. Para ellos, realizar las entrevistas era una forma de expresar sus ideas. Además, todos los tecnólogos entrevistados tenían afinidad con la tradición de Derechos Humanos, siempre presente en la institución, por lo que se oponían a este tipo de despidos. Por su parte, a los más antiguos de este grupo, los despidos les resonaban a situaciones de persecución política que ya habían vivido en la última dictadura cívico-militar. Asimismo, eran ellos quienes tenían la imperiosa necesidad de rescatar la memoria del CITEI, siendo conscientes de que sobre estos hechos históricos habían pocos registros —menos aún sobre su impacto en la institución— y desde hacía varios años tenían en mente reconstruir “la historia de la electrónica en INTI”²⁰.

Una problemática que tuve durante el desarrollo del trabajo de campo fue que me encontraba entre los despedidos²¹, motivo por el cual las autoridades de ese momento me prohibieron el ingreso, pese a que el INTI es una institución pública. Consecuentemente, realizar las entrevistas era un gran problema ya que los tecnólogos disponían, generalmente, de tiempo para ser entrevistados durante su jornada laboral. Aun así, los distintos intereses que tenían por participar facilitaron la búsqueda de espacios alternativos donde concertar los

¹⁵ <https://www.pagina12.com.ar/92755-atentan-contrala-continuidad-de-lineas-de-trabajo-estrategi>

¹⁶ https://www.clarin.com/sociedad/recorte-conicet-polemica-investigaciones-star-wars-anteojito-rey-leon_0_ryql_wt4e.html

¹⁷ <https://elestadista.com.ar/el-estadista/conicet-una-cueva-noquis-ladrones-n1848>

¹⁸ <https://chegueado.com/hilando-fino/como-vario-la-inversion-en-ciencia-en-la-gestion-de-cambios/>

¹⁹ Varios, conversaciones, 2019.

²⁰ A. Dmitruk y L. Fraigi, conversaciones, 2019.

²¹ <https://www.agenciapacourondo.com.ar/apu-tv/inti-la-situacion-actual-de-los-trabajadores-es-de-persecucion-total>

encuentros: los jubilados abrieron las puertas de sus casas, una tecnóloga fue entrevistada en un congreso de la CNEA²², otro en un ámbito de militancia, una lo hizo mediante una videollamada (puesto que se encontraba en España realizando su doctorado), y otros se acercaron a las aulas del EIDAES. Cabe destacar que la CNEA y la UNSAM son linderos al PTM del INTI, lo cual facilitaba el desplazamiento de los tecnólogos por su cercanía física.

Tal como con las entrevistas, la búsqueda de archivos específicos fue problemática puesto que solo se los podía encontrar en la biblioteca central del INTI o en aquellas otras que algunos de sus centros de investigación poseen. La obligación, en tanto que investigador, de realizar estas consultas surgía mientras se iban sucediendo las entrevistas. A partir de ellas aparecían ideas de a dónde y qué buscar o a quién preguntar. Varias de las menciones y referencias que hacían los entrevistados, de las cuales yo no tenía conocimiento —tales como nombres de otros tecnólogos, políticos, instituciones, leyes, resoluciones, etc.—, necesitaban ser cotejadas por documentos que contuvieran declaraciones de autoridades del INTI o autoridades nacionales, memorias de tecnólogos, técnicos y científicos, así como fechas de fundaciones de centros de investigación y de firmas de convenios internacionales. También las voces de los entrevistados dieron pie para realizar búsquedas de trabajos científicos desde perspectivas del desarrollo económico tomando como objeto a la electrónica. Las estrategias alternativas para acceder a este tipo de información fueron: realizar consultas en la biblioteca a través del correo electrónico y también presencialmente —cuando lograba escabullirme para ingresar a la institución en el momento en que la gestión de ese entonces relajaba los controles en la entrada—. También fue fundamental la colaboración de algunos amigos y amigas del INTI, que no fueron ni entrevistados ni despedidos, puesto que buscaron por mí archivos puntuales cuando no me dejaban hacerlo.

Recapitulando, para este método es central conocer en profundidad las diferentes situaciones que han atravesado los entrevistados a partir de los hechos que ellos mismos mencionan. Se trata de comprender sus afirmaciones, discusiones y apreciaciones en las situaciones en las que se produjeron; se trata, indefectiblemente, de guiar el relato de sus anécdotas y expresiones —alrededor del desarrollo de sensores— para luego contrastarlas con fuentes secundarias. Siendo así, la entrevista sirve de instrumento para ingresar a la historia, a fin de acceder a otros textos, que resultan ordenados por las vidas profesionales de estos tecnólogos.

²² Comisión Nacional de Energía Atómica

El ajuste final del objeto de la tesina se realiza una vez reunido todo el material empírico. A partir del devenir de la construcción de los datos se conceptualiza sobre el modo de pensar y de hacer de los entrevistados. La recopilación de la documentación y su sistematización con los relatos, desde una perspectiva sociológica, reconstruye la trayectoria del grupo —en las diferentes situaciones históricas— que dio lugar al desarrollo de sensores con tecnología de película gruesa. Por consiguiente, con este método, se articulan los discursos que existen en el ámbito electrónico, local e internacional, de los tecnólogos del INTI en diferentes momentos de la política nacional.

Además, el objeto se terminó de construir cuando se logró el alejamiento —por parte de este investigador— de las categorías nativas para explicar el fenómeno de los sensores. No hay duda de que haber tenido conocimiento del mundo de la electrónica, por mi propia trayectoria personal, fue clave en esta investigación. Ello ayudó a desplazarme fácilmente dentro del campo, al utilizar las redes laborales, y fue un elemento que atenuó la complejidad de investigar la ciencia y tecnología, particularmente en el contexto de incertidumbre descrito más arriba. Sin embargo, esta pertenencia al mundo tecnológico conllevaba una naturalización de categorías de la ingeniería, principalmente de la electrónica y la química, que debía desandar. Por esta razón, fue necesario un proceso reflexivo profundo, y de discusión (a veces frustrante) con mi directora de tesis y con compañeros de estudio, para explicitar aquello que pensaban y hacían los tecnólogos sin utilizar las voces de la semántica ingenieril. Escribir sociología de los sensores construidos con película gruesa fue un proceso de desnaturalización de dichas categorías.

Tomar distancia del objeto fue poner ante mis ojos —de investigador en sociología— las implicancias políticas, materiales, tecnológicas e ideológicas que estructuran un modo de pensar y una práctica de los tecnólogos electrónicos del INTI. Objetivar esta manera de hacer tecnología, que para mí en tanto técnico electrónico se explicaba por sí misma, requirió de este método: construir la línea del tiempo, no acabada, mediante una sistematización entre las fuentes secundarias y primarias. Fue una forma de ir formulando el objeto como así también de ir alejándome del mundo en que todavía me encontraba sumergido, al menos en parte, a la hora de escribir.

Antecedentes sobre los Estudios Sociales de la Ciencia y la Técnica

Esta tesina se centrará en el campo de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESCyT) y tiene como propósito investigar los procesos de producción de conocimiento científico y técnico. En él se reúnen diversas disciplinas, tales como economía, sociología, antropología, ciencias políticas, etc., que debaten desde distintas corrientes el significado del término “social” y toman al mundo científico-tecnológico como su objeto.

Aquí se buscará entender a la producción de conocimientos en torno a los sensores —construidos con tecnología de película gruesa— en el CITEI en relación a las inquietudes político-culturales de los tecnólogos, dado que estas influyen a la hora de hacer ciencia y tecnología. En efecto, se tratará de comprender los modos predominantes de pensar y hacer electrónica en este grupo de profesionales. Sin embargo, la materialidad, es decir, los edificios, los laboratorios, los equipos, etc., también tiene un rol explicativo.

En este sentido, según Kreimer y Thomas (2004:34), la mayoría de las corrientes del campo de los ESCyT pusieron en tensión la idea de que los científicos se dedican a aplicar métodos adecuados para acceder a conocimientos verdaderos, puros e inmutables en el tiempo, y afirmaron que estos no se caracterizan por ser cosas asequibles mediante el “descubrimiento”. Más bien, estas perspectivas concluyeron que es posible ver al mundo de distintas formas ya que el conocimiento científico es resultado de una “construcción (social)”, debido a que distintos intereses y concepciones que se encuentran fuera de los campos disciplinarios de la ciencia son parte del proceso de investigación, contribuyendo a los resultados de los fenómenos estudiados.

Tal como indican los autores, a esta forma de comprender a la producción de conocimientos se la conoce como constructivista, la cual tuvo dos consecuencias importantes para el campo de los ESCyT. La primera de ellas fue una desacralización del conocimiento científico que puso en duda la veracidad objetiva y universal del método, permitiendo observar los procesos científicos de maneras más realistas. El constructivismo permitió advertir que la investigación recorre caminos sinuosos, de marchas y contramarchas, para llegar al “descubrimiento”, al vincular a los conocimientos con aspectos sociales, políticos, culturales, cognitivos y económicos. La segunda consecuencia se relaciona con el cambio del nivel de análisis: se pasa de investigar las normas y las instituciones a investigar, en un nivel micro, los espacios reales de producción de conocimiento. Por un lado, aparece una nueva práctica de campo que consiste en ingresar a los laboratorios, lo que permitió observar la ciencia “mientras

se hace”; y, por otro lado, las investigaciones centradas en la relación entre actores y artefactos permitieron señalar dimensiones de poder “mientras se diseñan”.

Ahora bien, Kreimer y Thomas (2004) ponen de manifiesto dos estrategias que visibilizaron el carácter constructivista de la producción de conocimientos y del desarrollo de tecnologías, y que fueron importantes para consolidar el campo de los ESCyT. La primera implicó abordar el estudio de las *controversias* para dar cuenta de los momentos cuando se generan y se rompen los consensos en torno a las “verdades”. Según Kreimer (2005:18), Harry Collins fue uno de sus máximos exponentes, quien proponía hacer visible el determinismo cultural implícito en las verdades científicas ya que consideraba que estas construyen un orden simbólico del mundo natural. La segunda estrategia consistió en historizar para deconstruir la ciencia y tecnología ya hecha. Según el autor (2005:19), estudiar la trayectoria de los conocimientos permite dar cuenta del carácter procesual y vincular el espacio de relaciones sociales con el del contenido del conocimiento. Dicho de otro modo, habilita visualizar “lo social” en la producción de los conocimientos.

A continuación, se reconstruirán históricamente las discusiones antecesoras y contemporáneas a la perspectiva descrita hasta aquí. Se repasarán los orígenes y el derrotero del campo que dieron lugar a estas corrientes de investigación. Más precisamente, se abordarán los aportes del funcionalismo norteamericano para concebir a la ciencia como un objeto de indagación y el nacimiento del constructivismo europeo durante el proceso de desnaturalización de los conocimientos científicos. Además, se añaden las vertientes latinoamericanas tanto aquellas con impronta en la intervención política —tal como los escritos del PLACTED, de gran importancia para describir el pensamiento de estos tecnólogos— como aquellas en torno a las discusiones sobre la producción de saberes en la periferia.

Para comenzar, la sociología ingresa al campo de los ESCyT en los años 40 de la mano del funcionalismo norteamericano, el que se preguntó sobre los aspectos normativos-culturales y entendió a la ciencia como una institución. Robert Merton (1973) fue un funcionalista pionero que aportó una demarcación tajante entre lo que debían estudiar la sociología y la epistemología. Creía que la sociología solo tenía que ocuparse de las cuestiones “exteriores” (Kreimer y Thomas, 2004:33) o de las cuestiones morales de la metodología, como decía el propio Merton (1973:84). Este enfoque no cuestionó los procesos de producción de conocimientos, ya que para el autor estos tenían estatus de verdad comprobada. Desde este punto de vista, solo las ciencias naturales podían explicarse a sí mismas a través de una historia de hechos científicos y solo la epistemología y la filosofía de la ciencia podían cuestionar aspectos metodológicos del saber. Para Merton el acceso a la verdad era un problema

metodológico, por lo que la sociología se haría cargo de los estudios de la ciencia para explicar el fracaso de las investigaciones cuando “interferencias sociales” interrumpieran su trabajo normal (Kreimer, 2005:16).

Esta fuerte delimitación del objeto de estudio empezó a ser cuestionada no solo por la sociología, o las ciencias sociales en general, sino también por algunos científicos e ingenieros. Uno de los casos más ampliamente conocidos es el del libro “La estructura de las revoluciones científicas” del físico Thomas Kuhn (1985), quien a través del concepto de paradigma cuestionó las ideas de universalismo y objetivismo de la ciencia. En sus textos la producción de conocimientos estaba ligada a una determinada comunidad de experimentadores (Kreimer, 2010:14), figurando una idea de contexto que emergía en aquellos tiempos.

Las primeras críticas realizadas desde la sociología al estudio normativo de la ciencia llegaron con “El programa fuerte” de David Bloor y Barry Barnes, quienes señalaban que la autonomía de la ciencia, que avanza solo a través de su propio método de verdad, era ilusoria. En cambio, consideraban que los conocimientos debían ser explicados a través de “sus causas sociales” (Kreimer, 2005:17). Ya en los años 70, también desde el campo de las ciencias sociales, el ingeniero devenido en sociólogo Michael Callon junto con Bruno Latour “fijaron un conjunto conceptual” (Corcuff, 2014:82) que cuestionó el carácter estático del funcionalismo, desarmando la idea de una ciencia monolítica e inmutable. El concepto central al que arribaron fue el de *traducción*, que trata de que los actores individuales, colectivos, humanos y no humanos traducen sus lenguajes, sus problemas, sus intereses y sus identidades en disputas que se resuelven en las controversias. Las interacciones entre tales actores construyen, deconstruyen, estabilizan y desestabilizan comunidades, instituciones y sociedades (Corcuff, 2013:82).

Karin Knorr-Cetina, a partir de su trabajo de campo, a fines de los años 70, en los laboratorios de Silicon Valley, y a través de su libro “La fabricación del conocimiento” (2005), propuso el concepto de *Arena transpistémica*. Este rompió con la idea de que la ciencia es una institución autónoma y regida por su propio método. Según la autora, el nexo de la ciencia con otros campos cognitivos niega la clasificación entre factores internos o externos (Kreimer, 2010:33) que proponía el funcionalismo. Otra de las principales contribuciones de la autora es el concepto de *relaciones de recursos*, según el cual los científicos se vinculan con diversos actores sociales para lograr llevar a cabo sus investigaciones. En estas alianzas, en las que predomina una diversidad de agentes, ellos negocian recursos donde ponen en juego su propia legitimidad.

Para la misma época, y también en Silicon Valley, Bruno Latour y Steve Woolgar (1995) realizaron una etnografía titulada “La vida en el laboratorio: la construcción social de los hechos científicos”, que les permitió desarrollar el concepto de *crédito*, al cual le dieron un doble sentido: uno monetario y otro sobre la credibilidad científica. Así pues, los científicos van construyendo una credibilidad que les permite acceder a ciertos recursos. Entonces, cuanto más creíbles (o prestigiosos), más financiamiento consiguen (Kreimer, 2010:33). De tal modo, los autores pusieron de manifiesto que los científicos, inmersos en un sistema de jerarquías, construyen capacidad de negociación con otros actores sociales de acuerdo a su reconocimiento como profesionales científicos con el objeto de conseguir financiamiento. Es decir, que para el avance de ciertas investigaciones se requiere de otras habilidades además de aquellas disciplinares. Este concepto de crédito será de gran relevancia para analizar los vínculos internacionales de los tecnólogos del CITEI.

Otros estudios vinculados a la tecnología, ya no centrados en el laboratorio sino en los artefactos, hicieron aportes para la desacralización de la ciencia (Kreimer y Thomas, 2004) o, mejor dicho, visibilizaron la situación en la que se construyen los métodos de producción de conocimientos. Uno de ellos fue el concepto de “caja negra del conocimiento” (Whitley, 1972) que operó en la desnaturalización de la ciencia y colaboró en la comprensión de las implicancias sociales en la producción de artefactos tecnológicos. Latour (2001) lo profundiza e invita a “abrir la caja negra” tratando de comprender las asociaciones de humanos y no-humanos que la constituyen, puesto que los artefactos —como también los conceptos— son conocimientos estabilizados en tales asociaciones en un determinado período. Este concepto será útil para pensar al sensor en el contexto productivo global.

Más aún, Pinch y Bijker (2008), en su investigación sobre el desarrollo de la bicicleta, concluyen que existe un núcleo de *actores relevantes* que pueden influir en la definición del artefacto. Estos dialogan entre sí —desde diferentes intereses: con argumentos tecnológicos, sociológicos, económicos y políticos— sobre el diseño del objeto que esté en disputa. De esta manera, los autores introducen una dimensión de poder simbólico, más allá de las explicaciones técnicas, que tienen los grupos sociales interesados en el dispositivo en cuestión. La forma final que adopte el aparato, y el uso que se le otorgue, depende de la influencia que ejerzan estos grupos sobre el diseño. Entonces, quienes tengan mayor poder de decisión marcarán una impronta en el dispositivo de acuerdo a sus intereses de grupo.

Además, estos sociólogos afirman que las relaciones sociales en torno al desarrollo de artefactos constituyen un *marco tecnológico*. A partir de tales interacciones y diálogos se pueden comprender los funcionamientos y usos que se dan a las tecnologías puesto que,

mediante este concepto, se observa cómo se articulan actores y artefactos para resolver problemáticas sociales. Este concepto es central para la reconstrucción de la trayectoria de los saberes y de los tecnólogos en el CITEI que se abordará en el segundo capítulo.

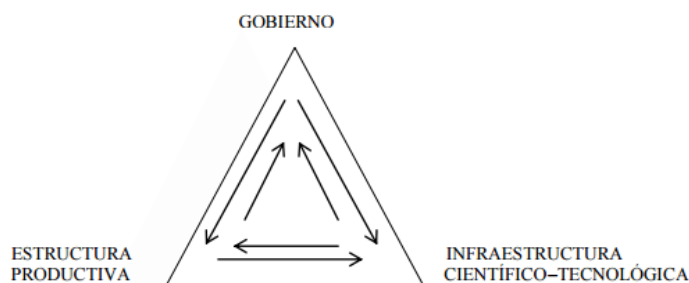
También, Pinch y Bijker retoman el concepto de *simetría* entre verdad y falsedad propuesto por Bloor (2009), con el objetivo de analizar diferentes artilugios en pie de igualdad. Para los autores hay producción de conocimientos en ambos casos, en contraste con el mundo de las ciencias naturales e ingenierías que los jerarquizan como “exitosos” y “fracasados”, descartando a los segundos. Por ello, es oportuno destacar que, para este enfoque, una experiencia “fallida” genera una acumulación de saberes que puede devenir en una experiencia “exitosa”. En virtud de esta continuidad se establece una relación entre las dos categorías que permitirá poner en diálogo diferentes experiencias de los tecnólogos electrónicos.

En Latinoamérica el desarrollo de los estudios sociales de la ciencia y la técnica se dio de modo diferente a lo sucedido en Europa y EEUU: en esta parte del mundo el constructivismo apareció como una corriente novedosa sin un alter ego fácilmente identificable con el cual discutir, ya que el funcionalismo tuvo muy poca relevancia en la región (Kreimer y Thomas 2004:34). Previamente, entre las décadas del 60 y del 70, un grupo de científicos e ingenieros con una perspectiva de intervención política, preocupados por el “desarrollo nacional”, comenzaron a reflexionar —desde sus propias prácticas como investigadores en sus respectivas disciplinas— en un conjunto de trabajos de corte ensayístico que dialogaban entre sí. Fue lo que luego se conoció como PLACTED. Kreimer y Thomas (2004:33) definieron a estos investigadores como “hombres de debate y acción” ya que ellos pretendían intervenir primeramente en la generación de la política científico-tecnológica, con sus producciones, más que lograr un rigor académico. Si bien estas investigaciones y ensayos han tenido la mencionada impronta, también han dejado algunos aportes al campo académico latinoamericano, tal como se abordará a continuación.

Entre estos autores pioneros puede destacarse a Amílcar Herrera, quien distinguió entre *política científica explícita* (que es la que se expresa en leyes, decretos y reglamentos) y *política científica implícita* (que es la política real que se expresa de modo informal y responde a las necesidades del proyecto político del momento). Esta distinción será importante para visualizar las prácticas formales e informales de los tecnólogos a la hora de investigar.

Otros destacados autores del PLACTED fueron Jorge Sábato y Natalio Botana que lograron una gran influencia en diversos grupos de científicos y tecnólogos latinoamericanos mediante el desarrollo de un instrumento metodológico-normativo conocido como el *Triángulo de Sábato*. Se trató de un modelo de gestión de la tecnología que proponía la interacción entre

los tres actores que los autores consideraban indispensables para la I+D: el Estado Nacional, la infraestructura de CyT y el sector productivo privado en una “senda de desarrollo virtuoso”. Este concepto será de utilidad para describir en el primer capítulo los modos de pensar y actuar de los tecnólogos del CITEI:



Además, entre estos autores latinoamericanos estuvo Oscar Varsavsky cuya mirada fue la más cercana a una sociológica. A través de su concepto de *estilo tecnológico* (1974), que se corresponde con el de *proyecto nacional* (1971), se interpreta que la producción de conocimientos tiene un carácter situado. Esta contextualización puede deducirse ya que para el autor la política debía definir problemas nacionales/locales propios en lugar de importar tecnologías pensadas en entornos distintos. Es decir, las formas de hacer ciencia debían corresponderse con los problemas definidos por la nación.

Todos estos estudios realizados con proposiciones políticas bien definidas se enmarcaron en un espíritu de época que discutía los neocolonialismos, la dependencia y el subdesarrollo como características de la periferia. La revista *Ciencia Nueva*, dirigida por Sábato, funcionó como un instrumento que reunía a la mayoría de las discusiones de la política científica-tecnológica de ese momento. En esta revista aparecieron conceptualizaciones que posteriormente serían consideradas como los primeros aportes del campo de los ESCyT en Latinoamérica. Un ejemplo de ello, además del triángulo, fue la crítica a la idea de linealidad en el proceso de la innovación, la negación de la universalización de los métodos científicos y la apertura a las discusiones sobre el significado de innovar en la periferia.

Seguidamente, en los años 80, y con un perfil más académico, se realizó una serie de estudios de caso en la región bajo el paradigma del constructivismo. Estos trabajos dejaron como saldo algunas conceptualizaciones importantes para la perspectiva latinoamericana y, a su vez, complementarias al campo a nivel internacional (Kreimer y Thomas, 2004:49). Inicialmente, los estudios constructivistas latinoamericanos tuvieron una gran influencia de Pierre Bourdieu, a pesar de su escasa producción sobre ciencia y tecnología. Esto se debió a la

confluencia entre el concepto de *campo*, tan difundido en Latinoamérica, y la preocupación que existía desde los años previos sobre el “campo científico-tecnológico” (Kreimer y Thomas, 2004:46).

Las primeras investigaciones del constructivismo latinoamericano fueron de carácter empírico, con una impronta histórica, y no se enfocaron en discusiones teóricas. En ellas también se tomaron conceptos de la Teoría del Actor-Red —que define a lo social como cualquier asociación o conjunto de entidades (humanas o no-humanas) que se sostenga en el tiempo (Latour, 2008)—, tal como el de *redes tecno-económicas* de Callon (2001); y del enfoque constructivista propuesto por Pinch y Bijker (2008), por ejemplo, el de *flexibilidad interpretativa*, entre otros. Estas indagaciones que inauguraban el campo latinoamericano se centraron en los siguientes temas: grupos temáticos y sus líneas de investigación, instituciones de I+D, artefactos y procesos productivos, y procesos de producción de conocimientos.

Debido a que los ESCyT de esta región en los años 80 tenían como eje discutir el modelo lineal de innovación (Kreimer y Thomas, 2004:49) —al igual que los pioneros del PLACTED que escribían en clave política—, se generaron novedosas ideas, no obstante, la lógica empirista de estas investigaciones. Seguidamente se expondrán algunos ejemplos.

Tal es el caso de los estudios sobre tecnología de la mexicana Rosalba Casas (2001) que permitieron diferenciar distintos modos estratégicos que tienen los científicos y los tecnólogos para relacionarse. Esta diferenciación se da a través de las redes que ellos mismos construyen y que la autora tipifica como: *redes de innovación*, *redes de difusión* y *redes profesionales*. Además, esta es otra contribución que rompe con la idea de autonomía de la ciencia, como lo hicieron Latour y Knorr-Cetina, y que aporta al análisis del caso de los tecnólogos del CITEI. Si bien en esta tesina no se utilizará la clasificación propuesta por Casas; sí se pensará, a partir de sus ideas, que los tecnólogos se relacionan estratégicamente con redes diferentes de actores e intereses.

Por su parte, los colombianos Jorge Charum y Luz Parrado (1995) han hecho visibles a los usuarios de tecnologías como actores importantes en el proceso de innovación y construcción de artefactos. En el mismo sentido, y desde la lógica de actores relevantes, Kreimer y Thomas (2003) han estudiado la utilidad social de los conocimientos y han establecido que la presencia del usuario se encuentra en todas las etapas de la producción de conocimiento. De este modo, los autores indican que no hay una demarcación tajante entre conocimiento y sociedad, sino que los actores dialogan en la definición de los artefactos durante todo el proceso. En este sentido, la inclusión del empresariado en el análisis como un actor

demandante de tecnología, para la automatización de los procesos productivos, permite pensar el diseño y la existencia de los sensores.

Otro importante aporte fue hecho por parte de Hebe Vessuri (1983) desde Venezuela. En su libro “Ciencia Periférica” establece teóricamente cómo puede darse *la condición periférica*, reflejando la diversidad y la desigualdad en la región. Establece que *el nivel de manejo y producción de conceptos, el nivel de las instituciones y el nivel de los temas de investigación* son elementos claves que configuran la condición periférica. Si bien no se utilizará la categorización de Vessuri, su mirada colabora al pensar las condiciones en que se realiza el desarrollo de sensores de película gruesa en el CITEI. En contraposición, el peruano Marcos Cueto (1989), en discusión con Vessuri, realizó sus trabajos en torno a la idea de “la ciencia de excelencia desde la periferia” para demostrar que era posible hacer ciencia de calidad internacional en Sudamérica.

Ya más cercano a la contemporaneidad de esta tesina, se destaca el concepto de *integración subordinada* de Pablo Kreimer (1999) que continuó las discusiones iniciales sobre la dependencia latinoamericana. Con esta idea da cuenta de una división internacional del trabajo científico y tecnológico, que se encuentra estructurada en beneficio de los centros de conocimiento. Para el autor, en la periferia se realizan investigaciones y se forman recursos humanos en pos de las agendas de investigación internacionales. La perspectiva de Kreimer habilita a pensar en esta investigación las estrategias desarrolladas por los tecnólogos, que generan un margen de maniobra, para hacer I+D local en la periferia en la situación de subordinación.

Por último, en esta sección, cabe destacar la idea de *trayectoria socio-técnica* de Hernán Thomas (1995); quien propone involucrar en un solo concepto dimensiones sincrónicas y diacrónicas que reconstruyen interacciones entre conocimientos, tecnologías, instituciones y actores a lo largo de un período histórico. La flexibilidad de esta noción radica en que se puede ordenar dichos elementos de acuerdo a aquello en lo que se haga eje en cada estudio, por ejemplo: la trayectoria de los saberes involucrados en el desarrollo de los sensores de película gruesa.

Para finalizar, las corrientes de los ESCyT abordadas aquí proponen que los conocimientos científicos no son verdades objetivas, universales ni puras; son, en realidad, contruidos y están vinculados a situaciones concretas donde interactúan con diferentes actores, incluidos los no humanos. Todos ellos influyen tanto desde sus intereses como desde las posibilidades de acción que brindan en la red. El modo en que se configuran las relaciones

políticas, materiales, tecnológicas e institucionales constituye la estabilización de la tecnología en un marco determinado.

CAPÍTULO 1: El tecnólogo como constructor de situaciones de desarrollo para sensores con tecnología de película gruesa en el Centro de Investigación de Tecnología Electrónica e Informática del INTI

En este capítulo se abordan las formas de pensar y hacer ciencia y tecnología de un grupo de tecnólogos en el Centro de Investigación de Tecnología Electrónica e Informática del INTI. En primera instancia, y de un modo general, se problematiza el sentido de la existencia de los sensores en la organización productiva global para comprender la utilidad de los mismos en la sociedad. En segunda instancia, se aborda la discusión sobre los límites entre hacer ciencia y hacer tecnología en el CITEI. En tercera instancia se desarrollan las ideas políticas y tecnológicas de los tecnólogos mediante el *triángulo de Sábado*, cuando su puesta en práctica deviene en situaciones de desarrollo. En última instancia se describen las articulaciones formales e informales que dieron origen al CITEI, un espacio dedicado al desarrollo electrónico.

Abriendo la *caja negra* del sensor

En este primer apartado se explica sociológicamente qué es un sensor. Para ello, se abre un diálogo entre la idea de sensor que proponen los tecnólogos y los saberes de la sociología en torno al mundo productivo. Con el objeto de empezar a *abrir la caja negra* (Latour, 2001) del dispositivo en cuestión —idea que recorrerá toda la tesina—, se busca comprender la lógica con la que estos profesionales lo piensan y describen en el contexto del capitalismo moderno. Se eligió el enfoque simétrico (Bloor, 2009) de las ciencias sociales para valorar los conocimientos ingenieriles involucrados en el desarrollo de sensores sin replicar el punto de vista de los actores.

Se debe destacar un uso intensivo de la *reflexividad* (Guber, 2001), lo que permitió “deconstruir” (Kreimer 2005:18) la idea objetivada del sensor que, como investigador, tenía naturalizada debido a mi trayectoria personal. Los principales indicios para revisar mi cercanía con el campo fueron las preguntas que me realizaban otros sociólogos sobre la definición del artefacto. Por ejemplo, ante la pregunta de la dirección de la tesina sobre qué es un sensor, respondía del mismo modo en que suelen hacerlo los tecnólogos. Frente a esta situación revise las entrevistas y las ideas que tenía sobre este artefacto. Efectivamente, al releer el trabajo de campo, en ninguna instancia preguntaba a los tecnólogos qué era un sensor. Como el objetivo principal de las entrevistas era acceder a la historia del objeto de esta tesina y a las concepciones

políticas de los tecnólogos, había dejado de lado la indagación sobre el sentido del aparato. Por tanto, fue evidente que la cercanía que tenía con los entrevistados me había hecho naturalizar su significado. Dicho de otro modo, tanto los tecnólogos como el entrevistador compartían la idea de sensor y, producto de dicha cercanía con los actores, no se recabó material empírico para el análisis; lo que llevó a buscar alternativas metodológicas.

Este ejercicio reflexivo —a través del conocimiento que tenía del campo— fue una herramienta que me hizo notar que cuando los tecnólogos son interpelados, en situaciones laborales o en diálogos informales, sobre las definiciones de los sensores, responden de modo muy escueto y pasan rápidamente a enumerar bondades de los mismos. Ellos centran sus discursos en descripciones sobre la funcionalidad tecnológica, las características constructivas del artefacto, su utilidad y comentan la variedad de modelos. Todas estas explicaciones se concentran en el objeto ya hecho, inmutable y desprovisto de actividad humana a su alrededor. De modo tal, pareciera que el sensor hubiese existido desde siempre y que existirá para siempre, que solo puede explicarse por sí mismo y por su propia existencia material.

Luego de la revisión de las entrevistas y de transitar el proceso de la *reflexividad* aplicada a la idea de sensor, asumiendo el riesgo de volver a repetir la cercanía con el objeto, surgieron dos alternativas para volver al campo por otros medios. Desde la primera —comprendiendo que faltaban definiciones de los tecnólogos sobre la categoría de “sensor”—, se podía seguir la huella de aquellas menciones que habían emergido en las entrevistas. Por ejemplo, eran mencionadas diferentes instituciones de los países centrales con las cuales ellos tenían relación, o bien donde se habían capacitado, o bien en las que se referenciaban para sus investigaciones. La segunda, implicaba indagar en publicaciones de revistas internacionales a las cuales ellos suelen acudir, información que obtuve debido al conocimiento que tengo del campo y a la relación de cercanía con los entrevistados.

Por un lado, en relación a la primera alternativa, entre los institutos nombrados en las entrevistas aparecía el National Institute of Standards and Technology (NIST) —homólogo a INTI en EEUU—. Este, a diferencia de otros, tiene una definición de sensor publicada en su página web²³ que, como era esperado, está centrada en la funcionalidad:

Un sensor es un transductor que convierte un parámetro físico, biológico o químico en una señal eléctrica, por ejemplo: sensor de temperatura, presión, flujo o vibración. Los sensores también miden algunos parámetros físicos y devuelven datos digitales que

²³ <https://www.nist.gov/el/intelligent-systems-division-73500/definitions>

representan ese parámetro en un visor. Un sensor también puede describirse a sí mismo en la red, lo que facilita la configuración automática del sistema.²⁴

Por otro lado, en relación a la segunda alternativa, las revistas más utilizadas por los tecnólogos son las publicadas por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Esta asociación internacional es una importante referencia, conocida popularmente en el mundo ingenieril como “I triple E”. Actualmente, ellos acceden a los *papers* más prestigiosos del IEEE desde el INTI, porque el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación paga membresías a diversas revistas internacionales²⁵ para que estas sean usadas en las instituciones de ciencia y tecnología del país. En cambio, en los años 90, cuando internet no tenía la difusión actual, algunos de los tecnólogos solían recibir las revistas físicas ya que tenían suscripciones de modo directo.

Entre las distintas revistas de esta organización internacional, existía una que estaba especializada en sensores: “IEEE Sensors Journal”. En su archivo digital se encontró un *paper* —publicado durante los años en que finaliza el recorte histórico de esta tesina— titulado: “Una contribución sobre algunas definiciones básicas de las propiedades de los sensores” (D’amico y Di Natale, 2001:183). El mismo intenta dar un orden conceptual ante el *boom* del desarrollo de estos artefactos a nivel mundial a finales del siglo XX. De las diversas explicaciones conceptuales que contenía (y que no serán reproducidas aquí en su totalidad por tratarse de categorías específicas de lenguaje matemático y técnico), algunas confirmaban aquella expresada por el NIST. Además, este artículo profundizaba en otras enfocadas en las características constructivas de los sensores, tales como circuitos y elementos, por ejemplo:

Un sistema compuesto por un semiconductor, un generador de corriente, un preamplificador de voltaje y un convertidor de señales analógicas a digitales, cuya salida está representada por un número relacionado de alguna manera con la intensidad del parámetro medido, también puede denominarse sensor.²⁶

Al igual que las ideas sobre el sensor que circulan en el campo —y que debido a mi recorrido previo tenía naturalizadas—, se puede notar que las definiciones tanto la del NIST como las de la revista no generan un aporte directo para comprender lo social en el artefacto si no son cuestionadas; puesto que en ellas solo se describe “la naturaleza” del sensor: ajeno a cualquier actividad humana.

²⁴ Traducción propia.

²⁵ <https://biblioteca.mincyt.gob.ar/recursos/IEEE>

²⁶ Traducción propia.

Aun así, esta información no debe obviarse ya que representa una versión validada de la realidad material bajo métodos de la ingeniería y, por lo tanto, es factible que entregue indicios de su vínculo con lo social. Más precisamente, esta cristalización material —imbricada con la propia idea de sensor— puede entenderse como una *caja negra* (Whitley, 1972) que se describe por sus aspectos funcionales (tales como variables de entrada y de salida) y por su forma constructiva. Aunque las ingenierías presentan a los sensores aislados de la sociedad, estos se vinculan con los conflictos entre diferentes actores y con los intereses de cada uno de ellos (Pinch y Bijker, 2008).

Las descripciones que se hacen en las ingenierías sobre los artefactos son fundamentales para empezar a *abrir la caja negra* (Latour, 2001), en términos de comprender el sentido de sus existencias materiales. Efectivamente, los sensores funcionan y ejercen una acción (aunque sean no-humanos) de modo sistemático sobre la realidad y, desde el punto de vista de la sociología, son los tecnólogos quienes los definen de forma acotada. A partir de esos discursos se visualiza al sensor como un dispositivo social, porque este establece relaciones y, además, permite otras que requieren de él. Dado que los entrevistados explican con categorías de la ingeniería la realidad de los sensores, se busca ampliar y poner en situación aquello para lo que fueron diseñados. Por ejemplo, si un sensor sirve para convertir un parámetro en otro (como puede leerse en la cita extraída de la IEEE sensors Journal), la pregunta es por qué eso es socialmente significativo. Entonces, bajo la perspectiva de simetría (Bloor, 2009), se toman como válidas las definiciones funcionales mencionadas, ya que permiten reconstruir un sentido de existencia de los aparatos y poner en interlocución a los saberes de las ciencias sociales, básicas e ingenierías.

Desde la mirada elaborada en este apartado, la descripción que realizan las ingenierías sobre la función del sensor es comprendida —para las ciencias sociales— como una traducción de saberes. Esta operación implica un vínculo entre, al menos, dos corpus de conocimientos distintos. Lo que la física, la química, la biología, la mecánica, etc. conceptualizan en variables (tales como dimensiones, composición, cantidades, etc.) es traducido en información codificada en lenguaje matemático (tal como el binario para la informática), mediante este dispositivo electrónico. El cual conecta un mundo tangible —determinado por las disciplinas referidas— con un mundo electrónico que recopila datos sobre estas representaciones de lo real. De tal modo, se logra la comunicación entre el campo de conocimiento de las ciencias naturales y el de las ciencias de datos, sostenidas por la electrónica y la informática.

Para ampliar las definiciones funcionales y comenzar a poner al sensor en su situación de existencia, se indaga con la pregunta: por qué el sensor es un traductor entre diferentes

lenguajes. Parte de la respuesta se encuentra en lo que hace el mundo occidental, al menos desde la Grecia Antigua: medir aquello conceptualizado con un sistema de referencia explícito que permita describir la “naturaleza de las cosas”, para poder manipularlas con cierto grado de predicción. Por ejemplo: el concepto de distancia aplicado a pueblos vecinos, donde un solo paso es la unidad de referencia y donde la cantidad de pasos es la descripción, genera información y datos para elegir el camino acorde al viaje deseado en tiempos de la inexistencia de transporte masivo.

Con la misma lógica de descripción de fenómenos, el capitalismo globalizado, que tiene distribuida y estructurada la fabricación de sus artefactos en el planeta, plantea múltiples problemas de medición para controlar los procesos productivos con el objetivo de maximizar la productividad, reduciendo tiempos —mediante la velocidad de las comunicaciones— y errores de compatibilidad entre diferentes productos y piezas. Bajo estas ideas rectoras se producen, se acumulan y se analizan grandes cantidades de datos que sirven a dichos fines. Producto de ello, en esta actualidad en la que hay una gran necesidad de medir con mayor intensidad y precisión, y de modo automático; los sensores, que son elementos que interpretan las variaciones del “ambiente de medición”²⁷ en forma de datos, se vuelven dispositivos esenciales.

Precisamente, los sensores son uno de los soportes materiales dentro de un sistema de vigilancia y monitoreo constante que brinda información del proceso productivo. Estos indican averías, fallas, cantidad de objetos producidos y un gran número de variables, que pueden ser ajustadas a la necesidad del sector industrial en cuestión para evaluar el transcurso de la fabricación. Generan un sinnúmero de datos, acumulados en las bases informáticas, que luego de ser analizados sirven para tomar decisiones sobre la producción, con el fin de maximizar su eficiencia. Estos análisis se realizan, o bien por un trabajador, o bien por la propia máquina, mediante un software cuyo estado de funcionamiento es evaluado. Por ejemplo, generan información que permite saber si se debe parar la fábrica, suministrar insumos, realizar reparaciones o si el ambiente es peligroso para la salud, etc.

Dicho de otro modo, no se puede entender la existencia de los sensores sin las demandas de control y de automatización para la alta productividad. En este contexto, este artificio se explica a partir de una acumulación de conocimientos y de tecnologías guiadas por la búsqueda de mayor velocidad en la organización productiva: por ello, las máquinas se autoevalúan, se

²⁷ Concepto nativo de las ingenierías: refiere al ámbito en dónde se realizan las mediciones tales como una fábrica, una máquina, un laboratorio, etc.

auto-reparan y reportan problemas, haciendo que la producción sea más rápida y descentralizada, a escala global.

Para concluir este análisis inicial, empezar a abrir la caja negra del sensor significa comprender el lugar que ocupa este actor fundamental en el sistema productivo contemporáneo, partiendo de las definiciones de funcionalidad de los discursos de los tecnólogos. Entonces, el sensor es un artefacto material que se puede ver y tocar; y que, además, funciona bajo la lógica de las ciencias básicas e ingenierías, las cuales responden a demandas productivas globales. Este dispositivo es una parte más de la sociedad puesto que contribuye a las relaciones que la constituyen. Una vez comprendido el sentido de la existencia del sensor, se indagarán, haciendo foco en el vínculo entre los tecnólogos y la I+D de este dispositivo en el CITEI, las relaciones entre actores institucionales, tecnológicos, materiales, políticos, empresariales, etc. que éste habilita y motoriza a escala planetaria.

Una cuestión de negociación: los límites difusos entre la ciencia y la tecnología

En esta segunda sección se abordan, desde una concepción culturalista, los límites difusos entre la ciencia y la tecnología. Para ello se sigue a Pinch y Bijker (2008: 23) que cuestionaron el carácter unidireccional de dicha relación, en donde la ciencia se dedica a descubrir conocimientos y la ingeniería a aplicarlos. Los autores asocian la distinción entre ciencia y tecnología a un esfuerzo analítico hecho por la filosofía de la ciencia, que no da lugar a comprender las prácticas de científicos e ingenieros que operan en la realidad. También comentan que desde los trabajos de los investigadores de la innovación ha sido difícil explicar la interdependencia entre la ciencia y la tecnología; sin embargo, estos han dado cuenta de la multiplicidad de circunstancias en las que se produce la innovación, donde el grado de incidencia de las ciencias básicas varía (Pinch y Bijker 2008: 24) dependiendo del caso. En este sentido, ellos concluyen que:

Puede considerarse que los científicos y tecnólogos construyen sus respectivos cuerpos de conocimiento y de técnicas, cada cual tomando recursos de los otros en el lugar y el momento en que estos recursos pueden ser ventajosamente explotados. En otras palabras, tanto la ciencia como la tecnología son culturas socialmente construidas, y apelan a los recursos culturales que son apropiados para los propósitos que tienen entre manos (...) la frontera entre la ciencia y la tecnología es (...) un asunto de negociación

social, que no representa distinciones a priori que deban subrayarse (Pinch y Bijker 2008: 25).

Los entrevistados de INTI, desde sus prácticas de investigación, también expresan discrepancias sobre la división tajante entre quienes hacen ciencia y quienes hacen tecnología: mediante sus concepciones de investigación y mediante la explicación de cómo formulan y llevan adelante sus proyectos tecnológicos.

En este sentido, la propuesta de Michael Callon (1980) aporta elementos conceptuales útiles para describir la estructuración de las culturas de estos tipos de investigadores en INTI. El autor explica que las identidades del científico y del tecnólogo definen sus alcances y deberes en la investigación mediante las negociaciones de sus roles.

A continuación, considerando este punto de vista teórico, se aborda cómo los investigadores del INTI construyen y negocian sus roles en el ámbito de la tecnología. Para el caso del CITEI, los roles se configuran del siguiente modo: los ingenieros marcan la agenda de investigación al elegir cuáles tecnologías se adaptarán al medio local (tales como los sensores a base de película gruesa) en torno a las que se producen conocimientos relacionados a la industria; mientras que los científicos básicos, en dicho marco, producen conocimientos locales en las tecnologías seleccionadas, profundizando saberes, aunque sin desvincularse de la agenda científica internacional. En conclusión, en el contexto de la institución estudiada, los roles se estructuraron de tal modo que tanto quienes hacen ciencia básica como quienes hacen ingeniería construyen sus objetos de estudio en pos de la tecnología aplicada. Entonces, cabe aclarar que para la perspectiva de esta tesina los ingenieros y científicos básicos que investiguen en el marco de la tecnología son considerados tecnólogos.

Seguidamente, para abordar la construcción y negociación de sus roles, primero se enfoca en aquello que piensan sobre sus labores y, en segundo lugar, en el modo en que definen sus objetos de estudio. Para el primer punto —tal como cuestionan Pinch y Bijker (2008)—, ingenieros y científicos básicos realizaron comentarios que criticaban el modelo lineal de innovación²⁸ y, por ende, los roles que este predefine. Una ingeniera y tecnóloga comenta sus apreciaciones sobre el discurso de un científico básico, quien no pertenecía al INTI ni a ningún organismo tecnológico, a quien escuchó en un congreso de la CNEA, lugar físico en el que además fue entrevistada para esta tesina:

²⁸ Este modelo lineal trata de los pasos a seguir, de forma secuencial, para guiar la investigación y el desarrollo. Define como verdadera una lógica para lograr innovaciones, pero sin tener en cuenta el contenido tecnológico (Pinch y Bijker, 2008:27). El modelo implica que la acumulación de conocimiento en ciencias básicas devendría, por sí misma, en aplicaciones tecnológicas.

También los grupos de ciencia y técnica son muy elitistas, y la pata tecnológica siempre ha sido menospreciada, “el patito feo”. Ayer tuve que escuchar una conferencia donde se hablaba de la diferencia entre el científico y el ingeniero, me pareció tristísima. Si bien quiso decir... pero hizo la diferencia. Es tristísimo que hoy tengamos que seguir marcando la diferencia entre los científicos y los ingenieros. Entonces cuando me presento digo “hola, yo soy tecnóloga”. Ni más ni menos que un científico. Entonces, esta diferencia aún cuesta hoy y marca una competencia y una descalificación, y eso no suma para nada.²⁹

En ese fragmento de la entrevista quedó plasmada la situación que había vivido la tecnóloga unas horas antes, en la cual remitía a su desacuerdo con el modelo lineal de innovación y con el rol que este asigna a la ingeniería. Al reafirmar su identidad de tecnóloga expresa que la ingeniería también se dedica a la investigación y no solo a aplicar los conocimientos de laboratorio en fábricas reales. Ella discute esta división entre ingenieros y científicos en el proceso de investigación y considera que ambos están en igualdad de condiciones para producir conocimientos. También, la tecnóloga describe a la negociación social —que mencionaban Pinch y Bijker (2008)— como “una competencia”; allí da cuenta de la hegemonía de la identidad del científico como único productor de conocimientos, que los deja a disposición para que los ingenieros los apliquen. Dicha clasificación puede observarse mediante ciertas adjetivaciones: la de su labor como el “patito feo”, un personaje segregado, y la de la diferenciación “triste” de los roles.

Esta crítica que realiza la tecnóloga al disertante se sostiene desde la experiencia que tienen los ingenieros del CITEI tanto en publicaciones, en el campo de la microelectrónica³⁰, y particularmente en sensores³¹, como en la organización de congresos internacionales y nacionales —por ej.: IberSensor³² y μ EA³³ respectivamente— donde se exponía sobre dichas aplicaciones.

En consonancia con la crítica de la tecnóloga al modelo lineal de innovación, un Dr. en química del centro de electrónica argumenta cuál debería ser el rol de las ciencias básicas en el desarrollo de tecnologías:

²⁹ L. Malatto, entrevista, 6 de junio de 2019.

³⁰ Ejemplo de *paper* publicado en la edición del año 2008 de IberSensor, que trata del diseño de encapsulados a medida para sistemas microelectrónicos.
<http://www-biblio.inti.gob.ar:80/gsdll/collect/inti/index/assoc/HASH01a4/4b22975c.dir/doc.pdf>

³¹ Ejemplo de *paper* publicado en las jornadas de desarrollo e innovación del INTI en 2004. Trata sobre sensores de radiofrecuencia contruidos con tecnología de película gruesa.
<http://www-biblio.inti.gob.ar:80/gsdll/collect/inti/index/assoc/HASH146f/40f9e64f.dir/doc.pdf>

³² Congreso iberoamericano que se enfoca en el desarrollo y aplicación de sensores, y que tiene en su comité permanente a una integrante del centro de electrónica.

³³ Congreso Nacional de Microelectrónica Aplicada organizado desde la UTN y la UNLaM con participación de varios ingenieros del INTI.

En el centro éramos una licenciada en química y yo. Ambos veníamos formados de un área bien científica. Científica pero siempre jugamos del lado del desarrollo tecnológico. No juego para la ciencia plenamente, no estoy en la universidad haciendo ciencia básica, aunque me gusta eso, me formé en eso. [Pero] a mí me parece que lo correcto es que el que se quiere formar [en ciencia básica en INTI] tiene que ir acompañado de algo que evidentemente le sea de utilidad, tiene que dejar algo. Utilidad es que le deje conocimiento y que el INTI lo pueda capitalizar de alguna forma: transferencia puede ser una, un desarrollo tecnológico puede ser otra, formando más gente, otra (...). [Para el desarrollo tecnológico] tiene que haber un grupito de *nerdos* en el laboratorio que hacen ciencia básica y no les interesa otra cosa... igualmente se tienen que “domesticar” también ¡¡¡jejeje!!! (...) A mí me gusta esa parte y hay algunos que te dicen: “¡eeehhh, no, mucha generación de conocimiento básico!”. Pero si lo enmarcás en un proyecto productivo, la tesis es funcional a eso.³⁴

En la cita precedente puede leerse al Dr. afirmando que el lugar de los químicos (a quienes llama “nerdos”) es el laboratorio, donde se siente cómodo. Allí explica que la práctica científica es compatible con los problemas tecnológicos, definidos por la misión del INTI, si es que se la orienta (a lo que alude de modo cómico mediante la expresión “domesticar”) en el marco del desarrollo local. Es decir, se refiere a que la producción de conocimiento y la innovación son procesos que pueden estar vinculados en un mismo proyecto tecnológico. De esta manera, el “descubrir” y el “hacer” empiezan a borrar sus fronteras porque, para el caso de este centro de INTI, las investigaciones en ciencias básicas resultan ser aportes a la aplicación tecnológica en cuestión. Por ejemplo, el científico destaca algunas contribuciones que su tesis de doctorado dejó al quehacer tecnológico, orientado a los sensores, en el CMNB:

[Mi tesis] dejó al INTI muchas técnicas afinadas, puestas a punto; por ejemplo: de litografía, de depósito de películas metálicas, de películas dieléctricas. Para mí es algo que capitalizó el INTI, además de tenerme a mí formado en la institución y que puedo formar a otra gente (...). Se las llevó al extremo: “Bueno, vamos a hacer esto más chiquito, vamos a llevar esta técnica al extremo de la resolución y vamos a afinar estas cosas”. Entonces se puso sintonía fina a cosas que ya se venían trabajando bien llevadas y bien procesadas, también se incorporaron algunas cosas nuevas.³⁵

En esta última cita se ve plasmada la negociación de roles donde el científico responde a las críticas que, en el fragmento previo, había dicho recibir de algunos ingenieros —representadas mediante la expresión: “¡eehh, mucha generación de conocimiento

³⁴ G. Giménez, entrevista, 30 de julio de 2019.

³⁵ G. Giménez, entrevista, 30 de julio de 2019.

básico!”—. Acá destaca que mejoró las técnicas que habían iniciado los ingenieros para construir dispositivos (entre ellos los sensores) a partir de su tesis científica³⁶. En su discurso, cuando explica que el estudio de los óxidos devino en la optimización de técnicas para la construcción de artefactos en INTI, vincula a la ciencia básica con el desarrollo tecnológico sin que ello implique aislarse del sistema científico internacional; como, por ejemplo, lo demuestran algunas de sus publicaciones en Springer-Nature³⁷ o en Langmuir³⁸.

En el segundo punto de aquellos planteados para pensar los roles de los ingenieros y científicos del CITEI en la tecnología, se observa cómo las definiciones de sus objetos de estudio se entrelazan. Los primeros los definen alrededor de una aplicación concreta para el mundo productivo (un ejemplo es el de la tecnología de película gruesa aplicada a la construcción de sensores); y los segundos investigan en química a partir del paradigma tecnológico ya previamente delimitado. En suma, en este caso, los primeros definieron una aplicación y una tecnología generando una base de conocimientos que luego los segundos profundizaron.

En cuanto al rol de los ingenieros del CITEI, estos generaron agendas de investigación bajo la idea nativa de *nicho tecnológico*: una forma de pensar que ronda en los ámbitos de la ingeniería, en los de la economía y en los de los estudios de la innovación, y que se utiliza en la generación de estrategias para insertarse y competir en los sectores productivos globales. Los ingenieros del CITEI, mediante la mencionada herramienta nativa, eligen la tecnología que consideran adecuada para desarrollarla en la situación productiva local, tal como lo menciona la tecnóloga:

Bueno, a principios de los 90 la verdad que mucho no me acuerdo de la política institucional. Sí me acuerdo del impulso en el grupo. A nivel centro y a nivel del grupo nos parecía interesante [la tecnología de película gruesa aplicada a sensores], porque nos parecía fácil pasar de la construcción de un prototipo a una pequeña producción. La parte de sensores es un nicho [tecnológico] en el que uno puede encontrar aplicaciones para resolver problemas locales, regionales. Entonces eso era interesante para no salir a competir con las grandes potencias mundiales en microelectrónica porque se podían

³⁶ Llamada “Fabricación y caracterización de arreglos de electrodos recubiertos con películas delgadas mesoporosas de óxido de silicio y óxidos mixtos de silicio y circonio” (2018).

³⁷ Es una prestigiosa compañía europea de publicaciones científicas. Los químicos del INTI publican en una de sus revistas llamada *Journal of Sol-Gel Science and Technology*. Por ejemplo, un paper vinculado a la tesis de G. Giménez: <https://doi.org/10.1007/s10971-020-05410-z>

³⁸ Es una prestigiosa revista perteneciente a la Sociedad Química de Estados Unidos. Otro ejemplo de paper vinculado a la tesis de G. Giménez y al equipo de químicos de INTI: <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.9b00224>

encontrar aplicaciones locales en PyMEs ¿no? que es en lo que está enfocado el INTI. Eso era la política, la política nacional en ese entonces no podría decírtelo.³⁹

El recuerdo que indica la ingeniera con mayor nitidez es el deseo que existía en el grupo por aprender esta tecnología ya que era factible, debido a su baja complejidad, aplicarla en empresas argentinas. Pero también ella destaca que esa selección de tecnología es una cuestión política, relacionada con la misión institucional⁴⁰; sin embargo, fue una selección hecha por ellos mismos puesto que no visualizaron objetivos claros ni de la política nacional ni de la política institucional de aquel momento. Otra tecnóloga, la que efectivamente tomó la decisión de embarcarse en la película gruesa, comenta los motivos técnicos de esta elección con mayor precisión:

Me pareció una tecnología interesante para traer al país porque era con baja inversión de equipamiento, algo que se podía utilizar por la baja escala; la escalabilidad a una producción pequeña era interesante para mercados e industrias locales. No solo era que el equipamiento y la infraestructura fueran menos costosos que la microelectrónica en silicio, sino que también la implementación era menos compleja, reducida en escala y costos.⁴¹

Para ellas el nicho tecnológico es una herramienta de búsqueda, evaluación y selección de tecnologías aplicables en la industria nacional, utilizada de modo reflexivo por las y los tecnólogos. Se trata del esfuerzo por hacer coincidir las tendencias globales de desarrollo con las posibilidades locales de la industria argentina. Consiste en especializar sus trayectorias profesionales en áreas vacantes o en aquellas en las que hay posibilidades de competir y/o cooperar con los centros internacionales electrónicos mediante una tecnología —en la frontera del conocimiento occidental— y dominarla, o bien antes, o bien mejor que las potencias, lo cual supondría una “ventaja comparativa”, evitando seguir los pasos para innovar que describe el modelo lineal. Para los tecnólogos, el nicho tecnológico representa una estrategia para insertarse, e insertar a la Argentina, a través de la producción de las PyMEs, en la competencia del mercado electrónico a escala mundial. Es, además, lo que ellos ven como posibilidad de desarrollo nacional, dado que esta herramienta les permitió suplantar el vacío político de los 90, principalmente el vacío de la política tecnológica, que se expresó en el Estado Nacional y en instituciones públicas como el INTI.

³⁹ L. Malatto, entrevista, 6 de junio de 2019.

⁴⁰ Decreto/Ley 17138/57: el INTI debe asistir tecnológicamente a la industria.

⁴¹ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019.

En cambio, en cuanto al rol de los científicos químicos, ellos definieron una de sus agendas de investigación en el centro de electrónica conversando con los ingenieros, quienes eran los referentes del lugar. A continuación, uno de los químicos relata que la idea de su tesis surgió al poner en diálogo el mundo ingenieril con el de la química en el marco del desarrollo de la aplicación tecnológica de los sensores, y da cuenta de una diversidad de tecnologías sobre las cuales se estaba profundizando:

Liliana ya venía trabajando con toda una línea de microelectrónica y película gruesa, y después se aprendió toda una línea de película delgada: tecnología de silicio, después se incorporó la microscopía. Yo particularmente incorporé tecnología que viene del palo de la química, que son tecnologías *soft gel*, para hacer depósitos de película delgada en base química.⁴²

En la cita precedente se evidencia la forma en que se repartieron las tecnologías para estudiar, siendo los sensores el eje articulador. Científicos e ingenieros investigaron de acuerdo a las características disciplinares de cada área: los químicos se enfocaron en la eficacia de las técnicas de construcción mientras que los ingenieros en su funcionalidad. Siguiendo la perspectiva de Pinch y Bijker, en la enumeración que realiza el químico puede observarse la hibridez de la cultura tecnológica del CITEI, donde científicos e ingenieros negociaron tareas dentro del campo de la tecnología. Además, puede verse aquí que el trabajo de la tecnóloga sobre los sensores fue la base que tuvo el Dr. en química para definir su tesis; la que, según él cuenta, se realizó del siguiente modo:

Le dije a Liliana que quería hacer el Doctorado y me dijo que estaba bien. Había que ver los temas de interés del centro. No iba a hacer “Cómo gira la molécula de porfilina”. Entonces elegimos sensores, que era un área buena. Fuimos a hablar con Gabriel Ybarra (del Centro de Procesos Superficiales), que ya tenía experiencia en la temática: en la parte más básica (de cómo funciona a escala nano) y en la parte de materiales. Luego vinimos [a UNSAM] a hablar con Galo Soler Illia, compañero de Gabriel en la facultad, y armamos un esquema del plan: “—Bueno, sensores. —¿Qué necesitamos incorporar? —A mí me gusta la electroquímica. —Los sensores electroquímicos me gustan porque son portables y fáciles. —Sabemos bastante de sensores. —Dijo Gabriel.”. A Galo lo trajimos porque sabe mucho de estas tecnologías *soft gel*, de porosos y de materiales en general. Y dijimos que el centro tenía que incorporar esta tecnología. [Sabiendo que] todo esto la gente lo hace, pero “lo hacen haciendo”. Entonces nosotros tenemos que poder tratar de fabricarlo con técnicas estándar de micro-fabricación y tratar de hacer

⁴² G. Giménez, entrevista, 30 de julio de 2019.

una cosa que se pueda escalar e industrializar en el futuro. Esas fueron las patas que tenía [para armar mi tesis].

Primero, el químico consulta con la tecnóloga en el marco de qué aplicación iba a realizar su investigación, para poder confluir con la agenda tecnológica del centro de electrónica. En la parte de la cita en la que él dijo que no iba investigar “cómo gira la molécula de porfilina” se estaba refiriendo a que no iba a definir su objeto de estudio solo en base a otras publicaciones científicas. En lugar de eso, trasladó el acuerdo que tenía con la ingeniera a una discusión entre científicos básicos; uno tenía un perfil similar al suyo mientras que el del otro era más científicista, resultando de ello el tema de su tesis en el que confluyeron los intereses de los ingenieros y de la agenda científica internacional.

Los elementos que dan cuenta de que él es un científico básico trabajando en tecnología son los siguientes: primero, cuando se refiere a “lo hacen haciendo” está hablando sobre el énfasis en la investigación que ponen los ingenieros en la funcionalidad del dispositivo más que en estandarizar las técnicas constructivas del mismo. Es decir, que el químico está pensando en las herramientas que construirán directamente la aplicación tecnológica. Segundo, cuando considera que dichas técnicas deben tener una perspectiva de escalabilidad en la producción local.

Para concluir, este apartado se refiere a científicos e ingenieros en tanto que investigadores del ámbito tecnológico. Mientras que los químicos reconocen que pueden hacer ciencia en el marco del desarrollo de una aplicación tecnológica, los ingenieros se asumen como tecnólogos, es decir, investigadores de la tecnología. INTI, un organismo que está dedicado a la industrialización nacional, representa un contexto periférico que influye en la orientación de la agenda de investigación de ambos campos, de acuerdo con las posibilidades locales de desarrollo de tecnología. Las diferencias entre ambos roles están marcadas por el abordaje de cada disciplina sin que ello implique una división entre quienes investigan y quienes hacen: simplemente se negocian qué técnicas y qué tecnologías estudiará cada uno. También, ambos adaptan conocimientos existentes a nivel internacional al medio local; en función de lo que ellos determinan como problema a resolver, que es definido desde una posición política e ideológica que busca favorecer a las PyMEs. Esta combinación y distribución de tareas va diluyendo la división tradicional entre ciencia y tecnología que propone el modelo lineal de innovación.

Situaciones de desarrollo en la periferia construidas desde el *triángulo de Sábato*

A continuación, en este tercer apartado, se retoman las discusiones en torno a un corpus de textos denominado PLACTED (Sábato, 2011) y, particularmente, al concepto de *triángulo de Sábato* (Sábato y Botana, 1970). A partir de dichos escritos, que se fueron publicando desde de la década del 60, surgieron los debates sobre la autonomía tecnológica⁴³ entre científicos, tecnólogos, filósofos y economistas; lo que les implicó explicitar una posición política sobre el rol que debían cumplir la ciencia y tecnología en el país. Estos estructuraron una discusión entre dos posturas para la investigación en la región latinoamericana: por un lado, estaban quienes defendían el modelo lineal de innovación mediante la idea de seguir los estándares internacionales para el progreso de la ciencia (Bunge, 2011), que “derramaría” el conocimiento al mundo productivo en forma de nuevas aplicaciones tecnológicas; y, por otro lado, se hacían presentes los críticos de ese modelo —en Argentina: Varsavsky, Sábato, Herrera, entre otros— que establecían que la ciencia se debía enmarcar dentro de un plan de desarrollo industrial nacional, postura en la que se inscriben los tecnólogos del CITEI.

Los primeros afirmaban que los conocimientos se producen desde una ciencia pura (Bunge, 2011) desligada de los proyectos políticos, puesto que son objetivos, universales e independientes de toda ideología. Esta definición contiene una idea fuerte de “verdad” donde, según estos defensores iluministas, la ciencia “avanza” acumulando saberes que devienen por sí mismos en beneficios para el conjunto de la sociedad. Cuanto más conocimiento básico se produzca, mayores posibilidades de innovación habrá; es decir, más tecnología. En cambio, para los segundos —quienes no negaban la objetividad de la ciencia (Varsavsky, 1969)— la investigación debía estar orientada por el proceso industrial nacional, produciendo conocimientos que aportaran al cumplimiento de las metas de la política de desarrollo; dicho de otro modo, que la agenda de investigación científica debía ser definida por la política nacional en lugar de serlo por la comunidad científica internacional.

Quienes conformaban la segunda postura, a la que se la identifica como anti-cientificista, coincidían en que había una asimetría de poder respecto de los países centrales, la cual limitaba el desarrollo en Argentina y en los países de Latinoamérica; aunque sus planteos variaban en radicalidad, puesto que diferían conceptualmente al definir al subdesarrollo —por ejemplo, respecto de si era un problema de dependencia (Cardoso y Faletto, 1967) por la

⁴³ Concepto que pretendía un desarrollo tecnológico regional desvinculado a la agenda de los países centrales.

configuración de las clases sociales latinoamericanas que estructura cultural y materialmente a los países de la región o, de atraso en relación a los “países desarrollados” que requiere de adaptación de tecnología y soluciones originales (Ferrer, 2014)—. Thomas y Kreimer (2004:26) consideran que estos científicos, tecnólogos y economistas realizan una práctica política, por eso los describen como “‘hombres de debate y acción’, personajes con un alto grado de compromiso para poner en marcha las transformaciones que juzgaban indispensables”.

Este modo de pensar la ciencia los llevó a crear recursos metodológicos tal como el famoso triángulo: una herramienta que, aunque poco precisa, buscaba ordenar los actores necesarios y sus relaciones para establecer políticas tecnológicas y procesos de desarrollo. Consiste en una analogía entre la figura geométrica del triángulo y los actores que ellos consideran necesarios. Sus vértices representan distintas funciones y sus lados corresponden a las interacciones que entablan. En el vértice superior se encuentra el Estado propiciando políticas de ciencia y tecnología; en uno de los vértices inferiores está la infraestructura estatal científico-tecnológica, es decir los organismos como el INTI; y en el segundo vértice inferior está el sector empresarial productivo. Los lados del triángulo representan los vínculos constantes y necesarios entre sus vértices para el desarrollo “virtuoso” nacional. En este tipo de ordenamiento se establecen los alcances de la acción de cada actor. El Estado define la política y distribuye recursos; y, desde esa perspectiva, los tecnólogos investigan y desarrollan, y los empresarios producen e invierten considerando los desarrollos de los tecnólogos.

Así, los tecnólogos construyen situaciones de desarrollo basándose en el armado del triángulo de Sábato. Cabe resaltar que algunos de ellos ponen en práctica las ideas del autor mencionado sin haberlo leído y sin utilizar sus categorías. De hecho, en las entrevistas no todos solían hacer referencia a esta herramienta; pero, desde una lectura atenta, puede reconstruirse, mediante sus trayectorias, su intento por confeccionar y reproducir constantemente la figura geométrica. La artesanía de estos investigadores de la tecnología radica, también, en lo que hacen fuera del laboratorio para que efectivamente pueda desarrollarse tecnología al interior del INTI. Consiste, a su vez, en generar situaciones para el desarrollo mediante el intento de rellenar cada vértice con los elementos disponibles en la periferia y de ponerlos en interacción, esfuerzo que les ha llevado años de trabajo.

El primer vértice que construyen en sus prácticas es el de la infraestructura científica y tecnológica, que en esta tesina se lo comprende como un conglomerado de conocimientos técnicos, equipamiento, laboratorios, redes de conocimiento y cantidad de tecnólogos en el equipo de investigación; tal como lo menciona una de las tecnólogas:

En general [una tecnología] comienza con un grupo de trabajo que se dedica a esa temática. No es que se presenta en un proyecto particular, no. Venís creciendo con una temática, seguramente lo venís haciendo con un grupo externo a INTI, ya sea nacional o internacional y bueno... Cuando ese conocimiento ya empieza a tomar volumen decís: “bueno, necesito más fondos para seguir”; las pruebas de concepto ya están hechas; ahora tengo que invertir ya sea en equipamiento, insumos o formación”. Ahí se aplica a un subsidio o préstamo, pero con una base de trabajo hecha. (...) no es que vas de cero. Es todo un proceso en que no podés avanzar más si no incorporás tales equipamientos. Cuando empezás a conocer una nueva tecnología, una nueva área, al principio no conocés qué equipos necesitás comprar. Cuando recorrés un par de años de esa tecnología decís “bueno... ahora necesito equiparme con esto”.⁴⁴

Si bien no es explícito en las palabras de la tecnóloga, en sus dichos puede interpretarse que este vértice tiene una estrecha relación con la idea de nicho tecnológico desarrollada en el apartado anterior. Luego de la selección de la tecnología, presumiblemente adaptable al medio nacional, los tecnólogos se dedican a aprender lo máximo posible con la menor cantidad de recursos para comenzar a generar una expertise en el tema. Este es un elemento fundamental para su diálogo con la política tecnocrática que confía en los expertos técnicos. Al igual que lo mencionado por Latour y Woolgar (1995) sobre los científicos, los tecnólogos del INTI también van construyendo su propio crédito con el objetivo de ampliar sus recursos materiales y financieros, es decir, de ampliar su vértice de acción en base a la generación de legitimidad fundada en saberes y capacidades técnicas. Este ejercicio en el CITEI, en términos materiales, a veces implicó soluciones *caseras* que también son parte del proceso de aprendizaje: “Las calibraciones de los sensores las hacíamos con un equipo que se desarrolló dentro del CITEI. No teníamos tanta infraestructura”.⁴⁵

Una vez que en este vértice ellos logran cierto dominio de la tecnología, profundizan sus capacidades mediante prácticas concretas que indican su vínculo con el vértice industrial. Un ejemplo de este aprendizaje puede graficarse con un caso exitoso⁴⁶ de desarrollo donde una empresa y el CITEI hicieron un detector de gases que llegó al mercado; un tecnólogo que fue parte de ese proceso lo comenta así:

Lo que sí se hizo fue ganar experiencia, el conocimiento se adquirió realizando las pruebas, empíricamente, se hicieron los ensayos [de los sensores que desarrollamos].

⁴⁴ L. Malatto, entrevista, 6 de junio de 2019.

⁴⁵ M. Roberti, entrevista, 7 de junio de 2019.

⁴⁶ También hay casos no exitosos de transferencia tecnológica que, sin embargo, también implicaron un aprendizaje. Por ejemplo, el proyecto nanoPOC DOI: [10.1109/IBERSENSOR.2014.6995525](https://doi.org/10.1109/IBERSENSOR.2014.6995525)

El grupo ya tenía cierta experiencia en el desarrollo de sensores de película gruesa y también estaba el conocimiento para el desarrollo de circuitos electrónicos, la mezcla de esos dos es lo que termina dando el producto final. El aprendizaje de los conocimientos si bien fue literatura, congresos y la propia experiencia; yo creo que la propia experiencia, en el caso particular del producto que se transfiere, es la que tuvo mayor peso.⁴⁷

En la cita precedente el tecnólogo está afirmando que se fortalece el vértice al que pertenece gracias a los ensayos y las pruebas empíricas. Enfatiza que la experiencia ganada en este proyecto es importante para el aprendizaje, además de los congresos y lectura de *papers*. De este modo, mediante la interacción real con las empresas, en pos de un desarrollo tecnológico definido entre ambas partes, aprende cuestiones no contempladas en el campo del conocimiento codificado. La *transferencia tecnológica*⁴⁸ no es unidireccional —del INTI a las empresas— sino que es una construcción conjunta, que da como resultado nuevos saberes.

Seguidamente, se aborda el vértice superior: el de la política tecnológica. Aquí se conjugan las ideas sobre la necesidad de desarrollo nacional de los tecnólogos, que pretenden la producción de conocimiento local a partir de la adaptación de conocimiento internacional —vinculado a la idea de nicho, tal como el vértice anterior—, con las posibilidades de participación que tienen en la política local y/o con las de acceso al financiamiento que otorguen el Estado argentino, estados extranjeros u organismos internacionales. En este sentido, el primer director y fundador del CITEI argumenta sobre aquello que debe hacer el centro de electrónica:

[Entre los principales objetivos estaba el] trabajo con el sector privado nacional para dar visibilidad a la industria electrónica y así lograr un régimen sectorial (objetivo aún no logrado); que se genere a partir de un marco jurídico correspondiente al desarrollo local, asegurando una cierta calidad de los productos a través de certificaciones.⁴⁹

Como bien indica el tecnólogo, la postura política principal por la que se guiaron fue la difusión de la electrónica de calidad entre las PyMES, y la generación de legislación que regule su desarrollo acorde a problemáticas locales. En otras palabras, el objetivo general que plantea para el CITEI es la formulación de una política tecnológica para la electrónica. Dentro de ese

⁴⁷ M. Roberti, entrevista, 7 de junio de 2019.

⁴⁸ Transferencia tecnológica o transferencia: concepto nativo que los tecnólogos utilizan para referirse a los objetivos de su propia actividad como investigadores; se trata de la adopción de nueva tecnología por parte de una empresa con la asistencia del INTI.

⁴⁹ A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019.

marco, para el caso de los sensores contruidos con tecnología de película gruesa, seleccionados a través del concepto de nicho tecnológico, intentaron construir una política nacional para dicha tecnología en los años 90 del siguiente modo:

Esto que te digo es transparente, totalmente; había que sobrevivir en INTI. En la época de Menem era muy duro, no había presupuesto, teníamos que autofinanciarnos, locura total. Ninguna institución, ni europea, ni del tercer mundo, se podría autofinanciar. Los 90 era el tiempo de los servicios, de las privatizaciones y no del desarrollo (...). Yo me la jugué ahí: pesqué, por un lado, que INTI tenía que facturar 1000 dólares per cápita en la época de Menem del 1 a 1 y, por otro lado, que mi formación era en desarrollo; entonces monté un laboratorio que me permitiera las dos cosas: hacer ensayos certificados y poder hacer investigación.⁵⁰

La tecnóloga dice “pesqué”; es decir que se dio cuenta, encontró el modo y aplicó una estrategia que le permitiera hacer desarrollo en un contexto adverso en la institución, cuya actividad principal se orientaba a los servicios industriales. También menciona que había que “sobrevivir” laboralmente a las evaluaciones por facturación: este indicador de actividad premiaba con la distribución de recursos del INTI a quienes recaudaban más; restringiendo las actividades de los centros de investigación a quienes obtuviesen pocos recursos, lo que abría las puertas para que los tecnólogos aceptaran los retiros voluntarios planteados por el gobierno de ese entonces. De este modo, ella hace visible que la política que tenía el menemismo sobre el INTI era “anti-desarrollista”—particularmente en su primera presidencia— y, además, destaca que los organismos de los países centrales tampoco se autofinancian, planteando así su postura política que consiste en que el Estado debe invertir en el desarrollo.

La política tecnológica menemista se instrumentó en INTI de forma tal que los centros de investigación quedaron reducidos a unidades de negocio. El instrumento que tenía el organismo para lograr objetivos de facturación era ofrecer servicios de certificación y de ensayos de productos a empresas —particularmente útiles a las importadoras en aquellos años— para generar recursos económicos a corto plazo. Dicho de otro modo, había una ausencia de políticas que implicaran la adopción y el desarrollo de nuevas tecnologías.

Entonces, desde el CITEI, la intervención política fue precisamente ocupar ese vacío mediante la oferta de nuevos servicios industriales a partir de los conocimientos en sensores y en película gruesa que ya tenían en desarrollo. Los tecnólogos mantuvieron el tema de investigación a través de la construcción de un laboratorio para la calibración de dichos

⁵⁰ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019.

dispositivos, orientados a la detección de gases, en el marco del financiamiento de proyectos que había lanzado la UE a fines de los años 80⁵¹. Tal como lo menciona la tecnóloga:

Y de ahí enganchamos un proyecto junto con la Unión Europea, con los españoles del CMN⁵². Ellos iban a ser los directores de proyecto y nosotros íbamos a recibir una suma de dinero muy importante. Con eso compramos equipos, montamos laboratorios, con eso la gente viajó [a capacitarse]. (...) en el 91 se debe haber firmado. Debe haber durado unos 8 años ese proyecto. (...) Era de atmósferas explosivas, material eléctrico/electrónico que trabajaba en atmósferas potencialmente explosivas. Era bastante puntual, pero nos daba la posibilidad de montar un laboratorio de atmósferas explosivas, montar el laboratorio de detectores de gases. Yo monté un laboratorio y lo acreditamos. Estaba bajo normativa. Eso fue el puntapié para muchas cosas. (...) A nivel país no existían laboratorios acreditados. Yo peleaba porque a nivel nacional hubiera una reglamentación que exigiera que todo estuviera certificado y no llegamos, con Menem, no llegamos.⁵³

Como se menciona en la cita, de acuerdo a la agenda de investigación que marcó la política tecnológica de la UE por aquellos años, el tema del proyecto debía estar vinculado a dispositivos electrónicos que trabajaran en ambientes potencialmente explosivos para acceder al financiamiento. A partir de esta oportunidad, gracias a los conocimientos previos acumulados, los tecnólogos pudieron armar una propuesta que les permitió el acceso a dicho financiamiento internacional para continuar con sus investigaciones, ocupando un hueco en el espacio del vértice dejado de lado por la política nacional. Además de propiciar capacidades técnicas nuevas —adaptando tecnologías de los países centrales y fortaleciendo su propio vértice con infraestructura— intentaron, sin éxito, generar legislación (como ya lo habían hecho con la Ley de Metrología⁵⁴ en los años 70) que promoviera la certificación de sensores a nivel nacional; es decir, realizaron definiciones político-tecnológicas que el menemismo desatendió. En suma, la política tecnológica que los tecnólogos impulsaron, para el desarrollo de sensores con película gruesa, estuvo constituida por la selección de la tecnología, por un importante financiamiento sumado a un intento de reglamentación por ley que sostuviera la investigación en el contexto de retracción del INTI.

Finalmente, se analizará el significado del tercer vértice, en orden de importancia, dentro del triángulo de Sábato. Se trata del que corresponde al sector productivo, donde los

⁵¹ Los “Programas Marco” de la UE son políticas para el financiamiento de I+D a escala global.

⁵² Centro Nacional de Microelectrónica de Barcelona.

⁵³ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019.

⁵⁴ Ley 19 511/72

tecnólogos esperaban concretar su práctica de innovación y desarrollo; es decir, donde se efectiviza la idea del nicho tecnológico a través de lo que ellos llaman transferencia tecnológica. En algunos casos lo han logrado y en otros no, como se verá de aquí en adelante.

La elección de las empresas por parte de los tecnólogos se realizó en relación a la postura política esgrimida en el vértice anterior, sobre que la investigación se debía enmarcar dentro de un plan de desarrollo industrial nacional. El primer director del CITEI la amplía destacando el objeto de intervención del centro de investigación:

[A las empresas] se les exigía que tengan actividad industrial, que tengan departamentos de ingeniería, que hagan desarrollos en el país y principalmente que sean PyMEs. También teníamos mecanismos para limitar la participación de las empresas transnacionales en el comité ejecutivo del centro y evitarlas como socios promotores del centro.⁵⁵

Los tecnólogos buscaban empresas que cumplieran, o al menos se acercaran, a estas premisas: que sean industriales, que hagan desarrollos y que sean PyMEs. Para elegir las empresas contaban con: los conocimientos de un trabajo sistematizado sobre el estado del sector industrial que se había realizado en el INTI en los años 70⁵⁶, sus redes empresariales informales construidas durante los años 80⁵⁷, y con las solicitudes de servicios del INTI por parte de algunos industriales. En general, los tecnólogos trataban que las empresas adoptaran la tecnología para la aplicación de los sensores, tal como cuenta una de las tecnólogas:

En su momento había una PyME que tenía la tecnología instrumentada acá, pero [aplicada] para circuitos híbridos. No conozco bien la historia, pero son como un *spin off*, un desprendimiento de lo que era CITEFA, de las fuerzas armadas, y montaron esta empresa HIBRICOM que era parte de TEVICOM FAPECO. Entonces, a esa misma tecnología nosotros la queríamos aplicar para sensores físicos, sensores químicos. Para darle una capacidad mayor a la parte de la electrónica: detectar variables físicas, químicas, mecánicas. Difícil la relación con la empresa. Siempre hubo un intento de que ellos pudieran desarrollar la parte de sensores. Lamentablemente la visión de la empresa era muy focalizada (...). No era una empresa innovadora y de alto riesgo como para decir “invierto”. Porque era lo ideal, teniendo un grupo de investigación a disposición que tiene una pequeña planta piloto para hacer los desarrollos y trasladarlo

⁵⁵ A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019.

⁵⁶ INTI y BMFT (1981). *Estudio sobre el desarrollo de la industria electrónica argentina*, Fase 2, Conclusiones, Múnich.

⁵⁷ En el siguiente capítulo se abordará la participación de los tecnólogos en el diseño de la convocatoria de empresas durante el gobierno de Alfonsín.

a la producción. Pero bueno, con esta empresa nunca logramos hacer una transferencia en un proceso productivo.⁵⁸

Ese intento de intervención no resultó fructífero para los tecnólogos en términos de transferencia, pero sí respecto del aprendizaje técnico ya que entraron en contacto con una línea de producción real. En este caso se trató de una empresa que ya manejaba la tecnología, aunque para aplicaciones diferentes. Esta era un par tecnológico de ellos —nacida de otro organismo de CyT— con la que no lograron cerrar el triángulo. En la cita la tecnóloga argumenta cuál es la importancia de realizar investigaciones en la temática de sensores con película gruesa: “aumenta la capacidad de la electrónica” y da una explicación del intento fallido: “la empresa no es innovadora”. Otra explicación, sobre esta transferencia no lograda, advierte que el motivo se debió a que con los sensores no se lograba un plan de negocios convincente para la empresa:

Era una empresa altamente innovadora, que exportó a Brasil, México e Italia (...) lo que pasó es que no les cerraba el plan de negocios, por eso no hicieron el acuerdo con el CITEI. Para que haya tecnología tiene que haber un producto, pero tiene que cerrar el negocio. Lo que los tecnólogos de laboratorio llaman tecnología, mientras están en el laboratorio, no dejan de ser inventos. Para que sean realmente tecnología tienen que estar en las góndolas o en los mostradores, y para eso tiene que cerrar el plan de negocio. Por cada peso que se invierte en el laboratorio, en un desarrollo, el empresario tiene que invertir entre 5 y 10 veces para poner un producto en el mercado y no siempre esa guita está disponible.⁵⁹

Ambos razonamientos son divergentes: el primero se centra exclusivamente en un análisis tecnológico mientras que el otro, en las implicancias económicas de la innovación, es decir, en obtener un producto para el mercado. Sin embargo, a través de estos razonamientos los tecnólogos siguen en la búsqueda de nuevos actores para completar los tres vértices. Sobre un nuevo intento de cerrar el triángulo con otra empresa, una de las directoras del CITEI dice:

Y bueno... en el 94 enganchamos una empresa, porque nosotros buscábamos y peleábamos siempre para hacer desarrollo, en este caso fue para hacer desarrollo de sensores de presión para autos con GNC. Los indicadores de los tanques son para gas natural, metano, etanol, etc. (...). Fue en pleno Menem cuando todos los autos tenían equipos de gas. Ahí conseguimos a un ingeniero que conocía a esta empresa, CERECIL, que era una de las que hacían la certificación de los tanques GNC, los tubos de GNC que van en los coches que se les hace certificación hidráulica, de seguridad y demás.

⁵⁸ L. Malatto, entrevista, 6 de junio de 2019.

⁵⁹ A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019.

Ven que no existe un sensor electrónico de calidad. Entonces lo que nosotros hacemos es un desarrollo para la empresa y lo transferimos. Eso nos dio mucho crecimiento.⁶⁰

En este caso de transferencia exitosa se juntaron todos los factores necesarios para cerrar el triángulo. En los años 90, el Estado fomentó ampliamente la difusión del uso de gas comprimido para automotores, aunque sin un marco regulatorio normado, lo que abrió una oportunidad de desarrollo local para los sensores de película gruesa. La formulación e implementación del proyecto se dio a través de relaciones informales⁶¹ entre el sector público y el privado generando una situación de desarrollo completa desde el punto de vista ingenieril: se define el problema, se desarrolla la solución y se lo utiliza en el mercado. En esta experiencia se logró la articulación de los vértices para hacer un pequeño producto, llamado sensor de presión, que se utilizó para determinar la cantidad de gas en los tubos. Cuando la tecnóloga se refirió a que crecieron mucho quiso decir que adquirieron nuevos conocimientos, debido a lo que implican las condiciones de desarrollo para una aplicación real de mercado. Con estos sensores pudieron concretar sus ideas sobre el desarrollo en una transferencia efectiva.

Otro desarrollo importante en el rubro de los sensores para la detección de gas —debido a la utilización de gran parte de los conocimientos adquiridos con el financiamiento de la UE— fue el proyecto denominado *Intelligent Gas*: un dispositivo que al momento de la redacción de esta tesina sigue a la venta en el mercado. En relación con este ejemplo, un tecnólogo amplía el significado de la palabra “crecer”:

Trabajé en el proyecto de *Intelligent gas*, ahí replicamos el laboratorio de calibración dentro de la empresa para que cada producto que saliera de ahí estuviera en condiciones de venderse en el mercado. Siempre buscamos la transferencia, por lo tanto, tratamos de resolver los problemas en un *mix* entre las prácticas del industrial y nuestra forma de trabajo para lograr la adopción de la tecnología. Con el proyecto de *Intelligent gas* fue muy difícil porque la empresa traía una cultura de trabajo con pocos criterios de calidad tecnológica. [Sin embargo,] el hijo del dueño, que era estudiante de ingeniería e impulsor del proyecto, estaba predispuesto a mejorar esas prácticas, lo cual generó un canal para lograr la transferencia.⁶²

Esta vez el nacimiento del proyecto estuvo vinculado a la solicitud de asistencia técnica de un industrial al CITEI. Dicho trabajo implicó, por un lado, la generación de otra situación de desarrollo completa que vuelve a articular el triángulo; y, por otro lado, la transferencia del

⁶⁰ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019.

⁶¹ Se abordará este tipo de vínculo en la siguiente sección.

⁶² O. Milano, entrevista, 26 de junio de 2019.

sistema de calidad que los tecnólogos habían desarrollado para “sobrevivir” en el INTI. La complejidad del aprendizaje se da en ese “mix” entre la realidad industrial y los presupuestos de factibilidad de transferencia tecnológica que traen los tecnólogos debido a su formación.

El triángulo de Sábato es una herramienta teórica muy general con la que todos los tecnólogos del CITEI actúan envueltos en una cultura política-tecnológica. Mientras que algunos logran identificar sus prácticas con la teoría, otros razonan y se mueven en sus prácticas de una manera parecida a lo propuesto por el triángulo, aunque no conozcan explícitamente la referencia. A partir de esta ellos construyen las situaciones de desarrollo que, de acuerdo a cada ocasión, culminan en “éxitos” o en “fracasos” ingenieriles.

El armado del triángulo de Sábato, mediante el ordenamiento de los elementos que corresponden a cada uno de los vértices, es inestable. Cada experiencia es una configuración particular de actores, conocimientos y recursos materiales para proyectos tecnológicos puntuales —debido a que se desarticula ante la finalización, interrupción o mutación de cada de cada uno de ellos— que devienen en aprendizajes, artefactos, nuevos lazos, nueva infraestructura, y que serán una base para los tecnólogos cada vez que intentan rearmar otro triángulo. Toda situación de desarrollo cambia con el armado de un nuevo triángulo.

La fundación del CITEI a través de prácticas formales e informales

En esta última sección del presente capítulo se abordan los aspectos institucionales del INTI desde la perspectiva del análisis de la organización; con ello se pretende dar cuenta del inter-juego entre los modos de funcionamiento formales —contemplados en la ley de creación del INTI— e informales —orientados por el triángulo de Sábato y el nicho tecnológico— dentro y fuera del organismo. En el año 86⁶³, este inter-juego devino en la fundación del CITEI, espacio físico e institucional en el que se desarrollaron los sensores en los 90.

⁶³ Esta fecha se determinó a través de la metodología propuesta, puesto que no se accedió al acta de fundación del CITEI debido a las causas explicadas en el apartado metodológico. Se cotejaron fuentes primarias y secundarias contradictorias entre sí, las cuales permitieron concluir que en el año 1986 sucedió la fundación formal del CITEI. En las entrevistas se halló una contradicción: un tecnólogo afirmó que el CITEI se fundó en 1985 (A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019), al igual que Carlevari (1998:137); mientras que otra tecnóloga mencionó que su fundación sucedió en 1986 (L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019). Sin embargo, ambas entrevistas coincidieron en que el presidente que firmó el acta de fundación fue Enrique Martínez, lo que fue demostrado por una fotografía de ese acto que me suministró el primer tecnólogo. En consonancia con esta coincidencia, Carlevari (1998:53), el portal de noticias “Nodal” (2018) y la revista “La Universidad” (2012) de la Universidad Nacional de San Juan afirman que Martínez comenzó su presidencia en 1986. Con todos estos elementos puede observarse que si bien existe una controversia sobre cuándo se fundó el CITEI, todas las fuentes acuerdan en que fue el año 1986 cuando Enrique Martínez inicia su presidencia del CITEI. Esto permite concluir que la fundación fue un proceso donde, en primer lugar, el centro se organizó materialmente en 1985; y, luego, se lo formalizó administrativamente, bajo la presidencia de Enrique Martínez, en 1986.

La comprensión de la estructura legal-administrativa del INTI, que se vincula con la forma que adopta la praxis técnica y política informal, hará visible una dimensión del marco en el cual se inscribe la acción de los tecnólogos electrónicos del PTM. Para ello, se tomará a Amílcar Herrera (1973), un geólogo referente del PLACTED, que se aproximó de un modo general a estas discusiones a través de los conceptos de *política científica explícita* y *política científica implícita*; además se lo pondrá en diálogo con un trabajo empírico sobre dos centros de investigación del INTI realizado por el politólogo Oscar Oszlak (1984). El primero de los autores define los dos tipos de política del siguiente modo:

[Se debe] distinguir entre política científica explícita y política científica implícita. La primera es la “política oficial”; es la que se expresa en las leyes, reglamentos y estatutos de los cuerpos encargados de la planificación de la ciencia, en los planes de desarrollo, en las declaraciones gubernamentales, etc.; en resumen: constituye el cuerpo de disposiciones y normas que se reconocen comúnmente como la política científica de un país. La segunda, la política científica implícita, aunque es la que realmente determina el papel de la ciencia en la sociedad, es mucho más difícil de identificar, porque carece de estructuración formal; en esencia, expresa la demanda científica y tecnológica del “proyecto nacional” vigente en cada país (Herrera, 1973:126).

Con esta conceptualización polar, Amílcar Herrera advierte que dentro de la comunidad política latinoamericana subyacen prácticas informales de la ciencia que se asocian a los diversos proyectos políticos de la región. Además, él denunciaba, en el clima de época en que se discutía la dependencia, que la ciencia latinoamericana posee sus propios objetivos “concretos”: diferentes a aquellos que los países centrales le querían imponer (Herrera, 1973:126); entonces, su propuesta de formalizar en leyes aquellas prácticas científicas informales —que se vinculaban a los proyectos de desarrollo nacional— era una manera para potenciar la producción de conocimiento autónomo. De modo que, para el autor, la formulación de una política de Estado es una consecuencia de la lucha política entre sectores económicos, científicos y partidarios; que deviene en la estructura legal de la ciencia.

De acuerdo con lo expresado, la creación del INTI en 1957 puede explicarse como otro ejemplo de los conceptos de política científica implícita y explícita de Herrera. Sin embargo, en esta tesina se propondrá la reflexión sobre una política tecnológica, aunque el autor no haya teorizado sobre este campo.

Primeramente hubo un proceso tecnológico implícito durante la primera etapa de la ISI⁶⁴ —conocida como industrialización liviana—. En ese tiempo no hubo una política

⁶⁴ Esta etapa histórica será profundizada en las secciones segunda y tercera del capítulo 2.

deliberada que impulsara el desarrollo industrial en el país, sino que fue producto de una crisis internacional en la que se intentaban sustituir los bienes que ya no se podían importar (Schvarzer, 1996). Fue un proceso desordenado, autonomizado del Estado y guiado principalmente por las necesidades de consumo interno. Cuando esta etapa “fácil” comenzó a agotarse (Oszlak, 1984:9) la política nacional intentó, mediante diferentes estrategias, ordenar dicho proceso.

Una de ellas fue la creación de diferentes organismos de ciencia y tecnología entre fines de la década del 50 y principios de la del 60, entre los cuales se encontraba el INTI⁶⁵. El Decreto-Ley 17 138/57, que estableció su nacimiento, permitió formalizar parte del proceso de producción de conocimiento tecnológico, preexistente de modo implícito en laboratorios públicos y empresas. En términos de Herrera (1973) se lo explicitó, de modo que ordenó la relación entre el conocimiento tecnológico y la industria nacional, tal como puede leerse en las descripciones de las funciones del organismo presentes en el cuerpo de dicha legislación, por ejemplo:

Que es función de ese Departamento de Estado [Ministerio de Comercio e Industria] "la asistencia tecnológica de la industria", como lo establecen las leyes y normas vigentes. (...) [Por ello se funda el INTI, para:] a) Realizar investigaciones y estudios con el fin de mejorar las técnicas de elaboración y proceso de las materias primas y desarrollar el uso de materiales y materias primas de origen local o más económicos (...) b) Estimular a los industriales del país para que emprendan tales estudios para mejorar su producción, a cuyo efecto propiciará la formación de Centros de Investigación con la participación de los sectores interesados.⁶⁶

Si bien se valoran como útiles los aportes de Herrera, se consideró la idea de Oszlak sobre “‘descender’ a un nivel de análisis más desagregado” (1984:5), en discusión con lo que él considera una generalidad explicativa del PLACTED, para profundizar en los estudios tecnológicos. Siguiendo la propuesta del autor se visualizó que no fueron explicitadas todas las prácticas tecnológicas en la redacción de la Ley de INTI, tales como el método de selección de tecnología (como la del nicho tecnológico) o la generación de asociaciones políticas más amplias para el desarrollo (como por ejemplo las que luego serían conceptualizadas en el triángulo de Sábato). En suma, se pudo dar cuenta que luego de la creación del Decreto-Ley,

⁶⁵ Cabe destacar que previo al INTI existió un intento fallido de formalizar la investigación tecnológica a través del extinto Instituto Tecnológico, que funcionó desde 1944 a 1957.

⁶⁶ Decreto-Ley 17 138/57

las prácticas implícitas o informales de los tecnólogos persistieron en el ámbito de la electrónica.

En el trabajo del autor llamado *El INTI y el desarrollo tecnológico en la industria argentina*, este afirma que la definición del marco normativo de la institución es difusa y ambigua:

Es preciso señalar que tanto el decreto-ley de creación como la legislación subsiguiente que aclaró o modificó sus disposiciones, no establecen en lugar alguno cuáles serán los "objetivos" de la institución, en el sentido de especificar sobre qué materias o sobre cuáles sujetos se volcará la acción del organismo. Es decir, las disposiciones aluden en general a las "funciones" a desarrollar (v.g. investigar, estimular, mantener vínculos, establecer relaciones) sin indicar su contenido (v.g. investigar qué, en cuáles sectores). Aparentemente, y pese a múltiples indicaciones de que siempre existió preocupación en el INTI por tratar de traducir operativamente esas funciones, tal preocupación nunca llegó a materializarse en un conjunto coherente de objetivos y metas. (Oszlak, 1984:11)

El análisis de Oszlak mantiene actualidad debido a que el marco normativo del INTI sigue vigente —aunque con algunas modificaciones no sustanciales— al momento de redacción de la tesina. El autor destaca que el intento de traducir operativamente las funciones del organismo se realizó mediante la creación de centros de investigación, que no son más que ámbitos disciplinares vinculados a la industria. El INTI, más precisamente su Consejo Directivo, tiene la facultad de crear centros de investigación —tal cual lo indica el artículo n°9 del Decreto-Ley—; pero, otra vez, lo hace sin explicitar prioridades tecnológicas que marquen una política estratégica:

El Instituto, a pedido de [la] parte interesada podrá constituir Centros de Investigación, de carácter temporario o permanente, destinados a realizar estudios o investigaciones de carácter particular, en base a un programa previamente establecido de acuerdo con el interesado (...)⁶⁷

Por ello, como menciona dicho artículo, la existencia de un centro de investigación dedicado a una disciplina dada depende en mayor proporción “del pedido de la parte interesada” (es decir: del industrial, definido en los considerandos de la legislación citada) que se acerque a las puertas del INTI, que de una política activa del Consejo Directivo para intervenir en el entramado industrial. En el Decreto-Ley solo se encomienda, de forma general,

⁶⁷ Artículo 4, Decreto-ley 17 138/57

que el Consejo Directivo debe promover la creación de centros entre el empresariado⁶⁸. Entonces, la formalidad de la ley explicita que un industrial o grupo de industriales, que existen durante un período histórico determinado, debe solicitar al Consejo Directivo del INTI la creación de centros de investigación particulares, definiendo así la política nacional de desarrollo tecnológico.

Por tanto, el INTI tiene definidos (o explicitados) sus objetivos de manera vaga y ambigua, más allá de que en el Decreto-Ley se haya determinado a la industria como su ámbito de acción. Es decir, no cuenta con una política estratégica respecto a qué centros de investigación debe fomentar o priorizar para fortalecer determinadas ramas de actividad industrial o, incluso, generar nuevas. Esto abrió un espacio, un vacío, para el juego de las políticas implícitas, y para múltiples interpretaciones que se disputaron en los órganos de gobierno del INTI y que, entre otros hechos, dieron origen al CITEI. Las formas de pensar el desarrollo tecnológico, a través del triángulo de Sábato —que implicó prácticas informales de los tecnólogos—, dialogaron con esta estructura legal para fundar un espacio dedicado a la investigación en electrónica. Al respecto, el primer director y fundador de dicho centro de investigación cuenta cómo vivió la articulación política al interior del INTI para la creación del mismo:

El CITEI se conformó con la integración de tres grupos que coexistían en el PTM. La *División Electrónica* a mi cargo, la de *Microelectrónica Aplicada* a cargo de Eduardo Martínez (ambas del Departamento de Física y Metrología) y la *División de Instrumentación y Control* del Departamento de Mecánica, a cargo de Daniel Lupi. [Por primera vez] en el año 85 había una política [nacional] expresa para desarrollar un sector importante de la industria electrónica argentina, apoyada por la *Secretaría de Industria* y por la *Secretaría de Ciencia y Técnica (SECyT)*. Dicha política estaba liderada por el Ingeniero Roberto Zubietta (ex director técnico del proyecto Fate Electrónica) y por el Dr. Carlos Correa subsecretario de Informática de la *SECyT*. En la *Secretaría de Industria* se desarrollaba la llamada Resolución 44, en la que participaban un número importante de empresas PyMEs nacionales y en la *SECyT* se había creado el Programa Nacional de Electrónica, dirigido por el Ing. Manuel Greco. Había una necesidad de incrementar la masa crítica y la oferta de apoyos tecnológicos calificados de los grupos existentes en el país para apoyar esa política. Esa fue la razón principal para que se aceptara mi propuesta de comenzar integrando los grupos que había en el PTM. (...) El profesor Rafael Steinberg, como responsable del Departamento de Física y de todas sus divisiones, facilitó la transferencia de los grupos de trabajo para la creación del nuevo centro. La creación del centro es un ejemplo de decisión política de INTI y de colaboración interna. Ese centro nació bien. Cuando se discontinúa la

⁶⁸ Inciso d, artículo 4, Decreto-ley 17 138/57

iniciativa de la Resolución 44, el CITEI tenía cierta madurez que le permitió seguir funcionando.⁶⁹

Esta extensa cita resume una multiplicidad de actores que formaron parte de la situación de creación del CITEI en el clima de época (nacional e internacional) que implicaba el desarrollo de la informática en los años 80.

Por un lado, como bien lo menciona el entrevistado Andrés Dmitruk —que en ese entonces ocupaba el cargo de jefe de la División Electrónica del Departamento de Física y, a su vez, de director nacional del INTI—, el Instituto necesitaba reunir las capacidades tecnológicas en electrónica dispersas en su interior para fortalecer su vértice científico-tecnológico del triángulo, con el fin de participar de la política nacional. Aquello no era una tarea sencilla. Para que, en la práctica, se lograra una integración real de los distintos sectores (el SEA y los Dptos. de electrónica y microelectrónica aplicada) se necesitaba la colaboración de sus jerarquías y de los investigadores que los conformaban. Al interior del INTI se tejió un consenso que implicó vencer alguna resistencia por parte de los grupos involucrados. Según cuenta el tecnólogo, la propuesta de creación del centro fue bien recibida por el Consejo Directivo y por Enrique Martínez, presidente del INTI por aquel entonces.

Por otro lado, los centros del INTI se constituyen como una asociación público-privada o público-público para llevar adelante ciertas investigaciones. Entonces, el tejido político fue construido informalmente también al exterior del organismo, Dmitruk y otros referentes —del propio INTI, de la SECyT y de la Secretaría de Industria— seleccionaron y estimularon a diversas empresas para que “soliciten” formalmente al organismo la creación de un centro de electrónica con el objetivo de cumplir con la legalidad ya explicitada; en la práctica operaba la lógica de la política implícita del triángulo de Sábato, tal como se desarrolló en el apartado anterior. Fueron aproximadamente 30 empresas relacionadas con el desarrollo electrónico que en sociedad con el INTI fundaron el CITEI, explicitando parte del proceso de desarrollo electrónico. El vínculo de los tecnólogos con los empresarios fue elaborado del siguiente modo:

Era una ley del 85, en la que participaba un grupo del INTI de 9 o 10 personas: Papolla, Horacio Massa, Dmitruk, Beatriz García, Edgardo Cohen, Alberto Godel, Daniel Lupi, Marcelo Romeo, Hugo Rodríguez y Alfredo Rosso (...) la *Secretaría de Industria* intervenía en definir políticas de desarrollo donde el INTI era muy importante, era el referente para la Secretaría en cuanto al desarrollo de computadoras. [En ese contexto] se arma una licitación pública (...) donde el INTI juega un rol importante en las

⁶⁹ A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019.

especificaciones técnicas. Fue un referente para una política nacional de desarrollo electrónico.⁷⁰

En la cita precedente se menciona la participación de los tecnólogos del INTI en el diseño de la convocatoria a empresas que realizó la Secretaría de Industria, para el acceso a los beneficios que entregaba en el marco del intento de desarrollo del sector industrial informático nacional. De modo que desde una Secretaría de Estado ellos seleccionaron con quiénes, del empresariado electrónico argentino presente en dicha convocatoria, construirían un vínculo —teniendo en cuenta experiencias y conocimientos previos que se desarrollarán en el siguiente capítulo— para fundar el CITEI.

Las empresas elegidas cumplían con la impronta técnica y nacionalista que mencionaba Andrés Dmitruk en el apartado anterior, en el que se elaboró el vértice productivo del triángulo. La convocatoria diseñada establecía: “(...) que tengan actividad industrial, que tengan departamentos de ingeniería, que hagan desarrollos en el país y principalmente que sean PyMEs”, para limitar la participación de las Transnacionales en sintonía con su encuadramiento político en las discusiones del PLACTED donde se pretendía la producción de conocimiento autónomo para el desarrollo nacional. De esta manera se elaboró un entramado político y técnico para cumplir con los requerimientos del Decreto-Ley 17 138/57 con el objetivo de constituir un espacio dedicado exclusivamente al desarrollo electrónico en el país.

En el presente capítulo, en resumidas cuentas, se comenzó a abrir la caja negra de los sensores de película gruesa desarrollados en los años 90 en el CITEI del INTI. Para ello, en el primer apartado, se propuso comprender a los sensores como un elemento constitutivo de una sociedad dedicada a la alta productividad de bienes y servicios en la que este dispositivo hace de traductor entre las categorías de las ciencias naturales y de datos para precisar y automatizar procesos fabriles. En el segundo apartado se abordó la investigación y el desarrollo tecnológico en INTI como una cultura en la que tanto científicos como ingenieros negocian sus roles y en la que se busca transferir conocimientos a la industria local, utilizando la idea de nicho tecnológico como una herramienta que permite compatibilizar las tendencias globales con las realidades productivas locales. En el tercer apartado, se describieron detalladamente, a través del triángulo de Sábato, las posturas político-tecnológicas y las prácticas reales llevadas adelante por los tecnólogos en situaciones de desarrollo de sensores de película gruesa. En último lugar, en el cuarto apartado, se categorizaron dichas prácticas como formales e

⁷⁰ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019.

informales, según correspondieran a una política explícita o implícita; lo que permitió comprender el accionar de los tecnólogos durante la construcción de su propio centro de electrónica.

En el siguiente capítulo se seguirá abriendo la caja negra al indagar diacrónicamente sobre la trayectoria de los conocimientos necesarios para desarrollar sensores de película gruesa y en las redes vinculadas a los tecnólogos del CITEI.

CAPÍTULO 2: Los marcos tecnológicos de la electrónica para situar la acción de los tecnólogos

En el presente capítulo se destaca la fuerte impronta histórica de esta tesina. La principal conceptualización que aquí se aborda es la del *marco tecnológico*⁷¹ (Pinch y Bijker, 2008:79) para reconstruir y analizar —a grandes rasgos y a modo de contextualización de la acción de los tecnólogos desarrollada en el capítulo 1— el *cambio tecnológico*⁷² de la electrónica en Argentina, y particularmente en el PTM del INTI. Se comprende dicho cambio como un proceso en el cual los actores son participantes e influyen sobre el marco tecnológico, pero no lo determinan individualmente. Tal como Pinch y Bijker (2008:81) mencionan, la emergencia y desaparición de los marcos tecnológicos puede explicarse desde la naturaleza interactiva de este concepto, en tanto son las intervenciones y omisiones de los actores sobre los artefactos las que los reconfiguran.

De tal modo, aquí se entenderá a la electrónica, y a su conocimiento asociado, como un proceso en el cual los actores —locales e internacionales— atribuyen y cambian el significado que le dan a ella, lo cual deviene en modificaciones sobre el marco tecnológico, sin que ello implique una inmediata disolución de la I+D en electrónica en el ámbito local. Un ejemplo de un actor modificando el marco tecnológico es el del Estado Nacional en los años 90 cuando cambió el sentido de la política. Si bien dejó de fomentar el desarrollo electrónico, esta continuó desarrollándose a través de, entre otras cosas, los sensores en INTI. Sin embargo, este ejemplo lleva a preguntarse: ¿cómo se sostienen dichos conocimientos si un *actor relevante* (Pinch y Bijker, 2008:41), tal como el Estado Nacional, cambia su interés sobre la tecnología? Por ello, se advierte que en este capítulo se focalizará en la continuidad del campo de conocimiento —a pesar de que los actores cambien los sentidos que le atribuyen a la electrónica— en lugar de concentrarse en la *clausura de controversias*⁷³ (Pinch y Bijker, 2008:55), tal como lo indican estos teóricos de la CTS⁷⁴.

Para analizar dicha continuidad del campo de conocimiento de la electrónica se seguirá el planteo de Bruun y Hukkinen (2008:185), quienes amplían la idea de marco tecnológico al

⁷¹ El marco tecnológico es una definición que involucra la interacción de diferentes tipos de actores en pos de un problema tecnológico, que configura una estructura de sentido compartida entre ellos y que resulta en el diseño de un artefacto que soluciona, o no, el problema (Pinch y Bijker, 2008:79).

⁷² El cambio tecnológico es la modificación de las condiciones en la cual se producen las tecnologías.

⁷³ Pinch y Bijker mencionan dos formas de clausura que permiten la estabilización del artefacto. A la primera la llaman retórica, es cuando los grupos sociales involucrados en el problema tecnológico lo consideran resuelto. En la segunda refieren a la redefinición del problema, es cuando algunos de los actores relevantes imponen nuevos significados al artefacto, modificando así al problema tecnológico.

⁷⁴ Ciencia, Tecnología y Sociedad. Es el marco teórico desarrollado por Pinch y Bijker.

proponer un diálogo entre los enfoques de la EE⁷⁵, la CTS y la TAR⁷⁶ con la meta de abordar el cambio tecnológico. El desarrollo conceptual de estos autores permite observar estados generales de la situación de la tecnología al presentar al marco tecnológico como un tipo ideal, es decir, más homogéneo de lo que en realidad es (2008:185). Sin embargo, dicha información ordenada permite situar la acción de los tecnólogos descrita en el capítulo 1 en un contexto histórico determinado. En acuerdo con Bruun y Hukkinen, se considera que las corrientes de la EE, la CTS y la TAR son complementarias y que cada una de ellas explica aspectos importantes de la tecnología y de sus cambios (2008:186), lo cual permite reconstruir una trayectoria de dichos saberes tecnológicos.

Del primer enfoque, el de la EE, Bruun y Hukkinen destacan la relación entre el investigador y sus ambientes institucionales, útil para observar la relación de los tecnólogos con el INTI y el CITEI. Del segundo enfoque, el de la CTS, ellos valoran la relación de los grupos sociales con la tecnología en cuestión, válido para evaluar los actores locales e internacionales que intervienen en el devenir de la electrónica en el PTM. Del tercer enfoque, el de la TAR, los autores enfatizan la importancia de analizar las redes en torno a tecnologías particulares para explicitar el carácter contingente de las mismas y de las instituciones. Este último enfoque servirá para observar cómo se mantuvieron, a través de las redes, los conocimientos y saberes de la electrónica y los sensores en momentos adversos en el INTI.

Para describir esta continuidad de la electrónica, Bruun y Hukkinen (2008:207) proponen el término *conducir* a fin de integrar de manera complementaria las tres corrientes teóricas. Los conductores se identifican mediante los factores relevantes⁷⁷ del contexto general que acompañan al cambio tecnológico, sin que ninguno de ellos se convierta en una causa única e inmediata de los hechos particulares que se analizan. Los autores lo explican a través del siguiente ejemplo:

Para facilitar la integración de las tres perspectivas, utilizamos el término “conducir” en vez de “causar”, del mismo modo en que lo hace la comunidad de investigadores del cambio climático. El calentamiento global puede ser el “conductor” de los episodios climáticos incrementando su frecuencia o intensidad, pero los climatólogos aún son incapaces de probar que un episodio particular fue “causado” por el incremento del efecto invernadero (Mintzer y Leonard, 1994). De manera análoga, puede observarse cómo el cambio tecnológico es conducido por actores socialmente situados,

⁷⁵ Economía Evolucionista

⁷⁶ Teoría del Actor Red.

⁷⁷ Factores relevantes tales como: humanos, tecnológicos, materiales, redes en torno a artefactos, etc.

interconectados en redes con otros actores y procesos. Pero, desde esta perspectiva, puede considerarse problemática la atribución de causalidad a un contexto social particular, o una práctica organizacional, o incluso una red (2008:207).

Es decir que el desarrollo de los sensores con tecnología de película gruesa no se explica solo por las redes que se inscriben en él, por los saberes en torno a él, por la voluntad política de desarrollarlos o por el devenir de la trayectoria de los conocimientos implicados. Sino por cómo se configuran todos estos factores relevantes —o conductores como se los llamará aquí— para los sensores en un marco tecnológico dado, los cuales se articulan en un momento histórico determinado. Debido a esto, la estabilidad de una situación de desarrollo es frágil y depende del entrelazamiento de dichos factores, en relación a los sensores, los cuales se reconfiguran constantemente y, además, contemplan aspectos del conocimiento tecnológico, de las políticas locales e internacionales y de las redes humanos-no humanos. En este sentido, el desarrollo de los sensores es comprendido en situaciones inestables y de cambio constante.

Si bien Bruun y Hukkinen no desglosan al conductor del cambio tecnológico en cada una de las variables que lo conforman, ni las profundizan, en esta tesina se lo desplegará en diferentes dimensiones que permitan ahondar en la comprensión de diversos procesos que suceden en simultáneo. Es decir, aquí se proponen distintos niveles de conductores (o dimensiones) —que se detallan en el párrafo siguiente— para el análisis de la trayectoria de la electrónica y, particularmente, la de los sensores de película gruesa. En diferentes momentos, la modificación de uno u otro conductor puede tener mayor impacto sobre el marco, favoreciendo así al cambio tecnológico, aunque sin determinarlo. Por ello, Bruun y Hukkinen (2008:207) llevan a pensar qué es lo que conduce al cambio tecnológico (ya sean redes, políticas o saberes) en lugar de pensar causalmente qué es lo que lo produce.

Entonces, en este capítulo se reconstruirá y analizará, desde una mirada socio-histórica, la trayectoria de los conocimientos en electrónica —que devienen en el CITEI y en el desarrollo de sensores— considerando una sucesión de cinco marcos tecnológicos definidos mediante la variación de cuatro dimensiones, que conducen⁷⁸ el cambio de las condiciones en las que se desarrolla la electrónica. Es decir, cada dimensión es un conductor que acompaña el pasaje de un marco tecnológico a otro, lo que produce un cambio tecnológico. La primera de las dimensiones da cuenta de la situación global respecto de la electrónica; la segunda y la tercera se refieren a situaciones locales: una de ellas a las políticas nacionales vinculadas a la

⁷⁸ En esta tesina las cuatro dimensiones propuestas serán consideradas como las conductoras del cambio tecnológico a pesar de que los autores no anclan este concepto en definiciones precisas.

electrónica (se detalla aquí la situación de la industria, de la investigación y de la política tecnológica), mientras que la tercera se basa en la política institucional del INTI en relación con el desarrollo de la electrónica en el PTM; la cuarta visibiliza las redes en torno a la electrónica y los sensores, destacando al tecnólogo como un actor foco y participante en la acumulación de conocimientos, en el desarrollo de estrategias y en la toma de decisiones.

Manteniendo un orden cronológico, los inicios y fines de los marcos tecnológicos, que se consideran en esta tesina, se determinan mediante una ponderación de los cambios en los conductores que tuvieron mayor impacto en el pasaje de un marco al otro, en relación a la trayectoria de los saberes electrónicos que devienen en el CITEI. Dichos cambios podrán ser de índole política, económica o tecnológica según cómo influyen en cada situación. El primer marco abarca desde el quiebre de la bolsa de Nueva York en 1929 hasta la invención del transistor en 1947, considerando la aparición del tecnólogo electrónico en el país (como un actor emergente del proceso de industrialización por sustitución de importaciones (Schvarzer, 1996)). A partir de allí y hasta 1976, en el segundo marco, se establece una aproximación a la aparición de la electrónica moderna y al surgimiento del tecnólogo en el INTI durante la ISI desarrollista. El tercer marco implica el período de la última dictadura militar (1976-1983) donde se exploran las particularidades y contradicciones de la electrónica. En el corto período del cuarto marco, entre 1983 y 1987, se intentan recrear las condiciones previas a la dictadura en el *boom* internacional de la informática; en el que se consolida la electrónica en el PTM con la fundación del CITEI. Finalmente, en el quinto marco, desde el abandono de las políticas de desarrollo electrónico en el 87 hasta el año 2003, se aborda el desafío que tuvieron los tecnólogos del INTI, durante los años 90, para adaptarse a la etapa desindustrializadora mediante el dominio del conocimiento sobre los sensores, a base de tecnología de película gruesa, en el contexto de las nuevas condiciones del capitalismo financiero.

Sin los antecedentes históricos —tales como las políticas locales, la situación de la industria electrónica, la acumulación de conocimientos, la adquisición de instrumentos de investigación, la construcción de edificios y laboratorios, las experiencias de aprendizaje locales e internacionales— hubiera sido impensada la I+D en electrónica en el país. Entonces, aquí se reconstruyen los procesos previos relacionados estrechamente con el desarrollo de sensores en base a tecnología de película gruesa en el CITEI.

Marco tecnológico del origen de la I+D en electrónica en Argentina

Con el objetivo de proponer las condiciones iniciales de la I+D en electrónica en el país, se aborda la reconstrucción del primer marco tecnológico, una situación dinámica que gira en torno a la válvula de vacío. Dicho marco tecnológico empieza con el quiebre de la bolsa de Nueva York en 1929, un hecho clave que significó —para autores como Jorge Schvarzer (1996)— la inauguración del período de Industrialización por Sustitución de Importaciones en Argentina, que se extiende hasta la invención del transistor en 1947 en los Laboratorios Bells⁷⁹. A comienzos de este período, el conductor internacional del cambio tecnológico estuvo asociado al desplome de las finanzas estadounidenses, que trajo aparejada la caída del comercio internacional y que en Argentina se tradujo en la imposibilidad de adquirir bienes importados, acelerando el proceso de industrialización local.

Ante la paralización de los mercados internacionales, en la situación del conductor local, el Estado Argentino, en términos generales, no tuvo una política deliberada para planificar la producción y fabricar aquello que no se podía importar; sino que, producto de la crisis global, las industrias intentaron sustituir dichos bienes (Schvarzer, 1996) por cuenta propia. El desarrollo de la industria electrónica argentina ha sido parte de esta dinámica productiva que, al igual que otros sectores industriales, siguió una misma suerte: empieza a desarrollarse aisladamente del comercio internacional (Nochteff, 1984) en un contexto de fuerte demanda interna, principalmente alrededor de las radios a válvulas de vacío.

En términos tecnológicos se dieron dos condiciones que colaboraron para conducir localmente el cambio hacia la sustitución de las radios. En primer lugar, en sus comienzos la electrónica era muy distinta a la que conocemos hoy en día: el transistor —actualmente uno de sus componentes elementales— no se había inventado; y se disponía de las bobinas, los resistores y las válvulas de vacío, estas últimas inventadas a inicios del siglo XX⁸⁰.

En segundo lugar, el sector privado local contó con las condiciones necesarias para fabricar componentes y artefactos electrónicos de consumo doméstico (Nochteff, 1984) como así también, para fabricar algunos equipos de comunicaciones⁸¹. Las empresas de productos electrónicos de consumo masivo tenían departamentos de ingeniería que, con el transcurrir de los años, se fueron transformando en departamentos de I+D. En estos espacios se desarrolló la carrera profesional de los ingenieros, donde pusieron en práctica, por primera vez, lógicas

⁷⁹ Laboratorios fundados por Alexander Graham Bell.

⁸⁰ Invento del británico John A. Fleming en 1904 (Gandolfi, 2012:73).

⁸¹ A. Dmitruk, conversaciones, 2020.

vinculadas a la cultura del tecnólogo (descritas en el capítulo 1). Allí ellos investigaban y diseñaban en el campo de la electrónica ya que, hasta el momento, no existían instituciones públicas dedicadas al estudio de este campo de conocimientos relacionados al mundo productivo.

En síntesis, con las capacidades técnicas locales se logró dominar la complejidad tecnológica del sector de aquellos momentos, permitiendo la fabricación de algunos dispositivos sustitutos a los que ya no se podían importar.

A continuación, se describirá el conductor del cambio tecnológico referido a la dinámica de las redes del desarrollo electrónico. Primeramente, se describe la relación entre los ingenieros de las empresas de componentes y de las empresas de radios⁸²; en segundo lugar, se aborda la relación de estos ingenieros con la universidad pública; y, por último, se aborda a los radioyentes como un actor demandante de los artefactos radiofónicos.

En referencia al primer punto, durante el devenir de la dinámica sustitutiva se afianzó una lógica de interdependencia, mediante el intercambio y la cooperación tecnológica, entre los actores productivos, lo que favoreció el desarrollo electrónico de las radios. Según Nochteff (1984), existió una relación explícita entre las empresas de componentes y las de artefactos. Las empresas que fabricaban componentes electrónicos —resistores, bobinas y válvulas de vacío— lo hacían de acuerdo a las demandas de las empresas de bienes de consumo —radios, equipos de telecomunicaciones (más tarde también de TV)—, en base a sus capacidades tecnológicas locales. Los ingenieros pertenecientes a unas y a otras empresas dialogaban entre sí adecuando mutuamente el diseño de sus artefactos en la propia interacción. Había una sinergia entre los tipos de empresas en las que se discutían aspectos del conocimiento electrónico además de las cuestiones de mercado.

En referencia al segundo punto, algunos de los ingenieros daban clases en la universidad pública, en disciplinas asociadas a las telecomunicaciones⁸³, generando un “ida y vuelta” de saberes entre el sector público en el ámbito educativo y en el sector privado. Estos ingenieros aportaron en el diseño de los planes de estudio una impronta tecnológica que vinculaba el conocimiento con la producción real, en tiempos en que la academia tenía una fuerte perspectiva científica. Entonces, la investigación en tecnología se hacía principalmente en el sector productivo y los primeros tecnólogos se fueron formando de manera no planificada,

⁸² Aunque principalmente aquí se aborda a los fabricantes de radio, cabe resaltar que en el país también había capacidades productivas para equipos de audio y, más adelante, en la década del 50, las habría para los receptores de tv.

⁸³ A. Dmitruk, conversaciones, 2020.

producto de la interacción entre las universidades públicas y los departamentos de ingeniería de las empresas.

En relación con el tercer punto, la demanda interna que motorizó la sustitución de radios tuvo lugar gracias a la amplia difusión que tenían estos artefactos en el período de este marco tecnológico. Siguiendo a Pinch y Bijker (2008), puede considerarse que los radioyentes fueron actores relevantes en la constitución del marco tecnológico y en el proceso de aprendizaje, su interés colaboró en la dinámica de la incipiente industria electrónica, junto con los ingenieros y los industriales. Un ejemplo del peso que tenían los radioyentes en relación a la producción de las radios puede graficarse mediante la importante Exposición Internacional de Radio, que se realizó en la ciudad de Buenos Aires en 1930, además de que el artefacto ya era parte del mobiliario doméstico en las zonas urbanas (Gandolfi, 2012:81).

A modo de conclusión para el primer marco tecnológico: desde 1929 el actor productivo internacional deja de tener influencia, lo que produjo condiciones de aislamiento para el mercado local. Sin embargo, para las empresas representó tanto un problema a resolver como una oportunidad de negocio ante la demanda de los radioyentes, generando que los ingenieros que trabajaban en sus departamentos de ingeniería tuvieran que poner en práctica su creatividad para sustituir las radios.

Estas condiciones configuraron redes vinculadas al desarrollo local de dispositivos radiofónicos, de telecomunicaciones y, más tarde, de TV. En esta tesina se plantea que los primeros tecnólogos en electrónica del país, quienes detentaban el conocimiento tecnológico, se formaron a partir de la mencionada situación producto de la interacción entre los radioyentes que demandaban artefactos, las empresas de componentes electrónicos que trabajaban interdependientemente con las empresas de artefactos de consumo masivo, los ingenieros que aprendían en las empresas y que enseñaban en las universidades públicas y, por último, algunas incipientes políticas de comercio exterior debido a la demanda de la cámara empresarial de electrónicos⁸⁴, cuando el intercambio internacional paulatinamente empezó a reactivarse. En síntesis, esta heterogénea red local que se encontraba aislada del mercado internacional y que se dedicó a la sustitución de radios favoreció una práctica de la investigación y del desarrollo de artefactos electrónicos vinculados al consumo masivo en la periferia productiva.

Cabe resaltar, en relación con lo previamente escrito, que este incipiente modo de producir conocimiento tecnológico y de pensar la investigación en electrónica —vinculados a

⁸⁴ Las empresas, agrupadas en la cámara de electrónicos (CADIE), exigían al estado políticas restrictivas para el ingreso de artefactos importados (Nochteff, 1984).

situaciones productivas reales— continuaría y se profundizaría en los subsiguientes períodos que aquí se estudian; aunque, como se verá, se producirían modificaciones en los conductores del cambio tecnológico, generando así nuevos marcos tecnológicos para el desarrollo electrónico. El ordenamiento presentado, en forma general, hasta aquí, se mantendrá hasta 1947, cuando sucedió un hecho de un peso relevante en el ámbito de la electrónica: la invención del transistor. Esta contribuiría de modo significativo al cambio de las condiciones en que se sostendría el conocimiento electrónico a nivel local. Para destacar la heterogeneidad de las variables que conducen el cambio tecnológico, este marco se inauguró con un hecho de relevancia comercial y finaliza con uno de relevancia tecnológica.

Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante la planificación estatal del proceso industrializador

En este apartado se analiza el pasaje del marco tecnológico asociado a los inicios de la I+D en electrónica al de la etapa de planificación estatal, que coincide con la aparición del transistor. El análisis de la dinámica de la electrónica que aquí se aborda se comprende desde la invención de este componente electrónico en 1947⁸⁵, un hecho que propició grandes innovaciones tecnológicas, hasta la intervención cívico-militar en Argentina en 1976. Para comenzar se describen dos hechos importantes del conductor internacional del cambio tecnológico. Se trata de las implicancias de la Guerra Fría y de la propia invención del transistor en la electrónica.

A mediados del siglo XX la electrónica estuvo sumamente vinculada a las condiciones políticas internacionales: a causa de la Guerra Fría (Nochteff, 1984) y de las condiciones productivas del Estado de bienestar europeo y estadounidense. Por un lado, en relación a la Guerra Fría, cabe recordar que los dos bloques principales de poder: la URSS y EEUU, se disputaban la hegemonía política del mundo mediante diferentes estrategias. Una de ellas fue la competencia tecnológica que devino en uno de los impulsos principales de la investigación electrónica. Por ello, parte de este campo de investigación estuvo principalmente asociado al desarrollo bélico; por ejemplo, se realizaron grandes inversiones en automatismos para el

⁸⁵ Si bien pueden rastrearse estudios sobre los efectos eléctricos del transistor desde la década del 20, recién en 1947 se logra su puesta en funcionamiento de manera estable en los laboratorios Bells de la compañía telefónica estadounidense AT&T. En el desarrollo de este componente electrónico participaron los físicos William Shockley y Walter Houser Brattain, y el ingeniero eléctrico John Bardeen. En consecuencia, esta es la fecha establecida para la invención del transistor.

control de artefactos tales como misiles, en la comunicación asociada al espionaje o en competencias de impronta simbólica tal como la carrera espacial.

Por otro lado, luego de la Segunda Guerra emergió un capitalismo de bienestar al que se conoce como “Los gloriosos 30 años”. Las potencias europeas occidentales y Estados Unidos basaron su economía en la expansión del consumo doméstico y en la reconstrucción de los mercados internacionales que se habían vuelto a detener debido a la contienda bélica.

En este contexto de tensión política y expansión económica, la electrónica produjo las principales innovaciones a nivel mundial (Nochteff, 1984) tanto para el desarrollo de la maquinaria bélica como para la automatización de procesos industriales con el objetivo de masificar los productos de consumo doméstico.

En cuanto a las implicancias tecnológicas a nivel internacional, la invención del transistor representa un punto de quiebre y revolución en el ámbito de la electrónica. Este nuevo componente comenzó progresivamente a reemplazar las válvulas de vacío y, también, algunas partes mecánicas con las que anteriormente se construían los artefactos. Las potencialidades del transistor en el diseño electrónico originaron un pujante proceso de innovaciones que abarcó desde la miniaturización de artefactos —tales como los televisores, radios y relojes—, hasta la invención de potentes máquinas de cálculo que luego devinieron en la informática moderna.

El salto tecnológico en las empresas de componentes implicó, siguiendo a Dosi (1982), un cambio de *paradigma*⁸⁶ tan amplio en la electrónica que puso en pie de igualdad, en términos tecnológicos, a las principales empresas electrónicas de consumo masivo con aquellas medianas y pequeñas⁸⁷, puesto que todas tuvieron que aprender la nueva tecnología y, además, inauguraron conjuntamente la carrera por el rediseño de los artefactos existentes en aquel entonces. Eran tantos los que requerían el reemplazo de válvulas de vacío por transistores, y también eran tantos los procesos industriales para automatizar, que no era posible monopolizar el nuevo vasto mercado electrónico. Según Nochteff (1984), la innovación era mucho más rápida en las industrias de componentes electrónicos que en la de artefactos de consumo doméstico. Por lo tanto, se abrían posibilidades de desarrollo inéditas en aquellas industrias

⁸⁶ Giovanni Dosi (1982) desarrolla el concepto de Paradigma tecnológico influenciado por Thomas Kuhn, él destaca que las nuevas tecnologías e innovaciones tienden a agruparse en torno a un conjunto restringido de problemas y soluciones. En el caso aquí estudiado estos se orientaron alrededor de las posibilidades tecnológicas del transistor (Bruun y Hukkinen, 2008:190).

⁸⁷ Empresas que tuvieron un departamento de desarrollo o ingeniería. Fueron las que se dedicaron a diseñar y desarrollar artefactos, a diferencia de las ensambladoras que solo unían partes ya diseñadas.

(incluyendo a las argentinas) donde había capacidad para construir los nuevos componentes y para diseñar artefactos en base a ellos.

Ante este panorama, se enfoca, a continuación, la situación del conductor local del cambio tecnológico de la electrónica en el que hubo cambios significativos en la política productiva general, pero que no estuvieron dirigidos directamente a la industria electrónica local; la cual, sin embargo, logró incorporar rápidamente la nueva tecnología⁸⁸, manteniendo su condición de aislamiento del mercado internacional.

Para este conductor se abarcan dos etapas industriales de la acumulación económica del Estado Argentino: la primera atraviesa al primer Peronismo, gobierno en el cual se comenzó a organizar la producción, mediante políticas favorables para la industrialización liviana⁸⁹ (Schvarzer, 1996); en la segunda, durante el Desarrollismo, se intentó dinamizar la industria a través de la I+D, período en el que se elaboró una hipótesis, desde una perspectiva económica, sobre la necesidad de agregar valor en base al conocimiento tecnológico en el sector productivo para pasar a la industrialización pesada⁹⁰ (Schvarzer, 1996). Para ello era necesario invertir en investigación desde el Estado con el objetivo de disminuir la dependencia del sector productivo de la importación de máquinas e insumos, lo que ahogaba las cuentas nacionales.

A diferencia del primer marco tecnológico, para este segundo, el Estado Nacional formuló políticas con el objetivo de organizar el desarrollo industrial que estaba en marcha desde los 30, basándose en el modelo de la CEPAL⁹¹. Sin embargo, en ninguno de los dos períodos de la ISI —comprendidos en este conductor local— se generó una política tecnológica que considerara a la electrónica como estratégica para el desarrollo de la industria en ninguna de sus ramas: ni en la de consumo masivo, ni en la de bienes de capital, ni, tampoco, en la de la industria militar. Internacionalmente era una industria naciente, pero que, en la periferia del mundo, no llegó a interpelar a la política de ambos momentos a pesar de los esfuerzos del Estado por organizar el proceso industrializador; a excepción de una política en materia fiscal que existió porque la cámara que agrupaba a las empresas electrónicas⁹² conseguía beneficios

⁸⁸ La primera radio transistorizada del país se produce prontamente en 1957, apenas 10 años después de la invención del transistor (Nochteff, 1984). Además, en ese mismo año, se decide comenzar el desarrollo la Computadora de la Facultad de Ingeniería de Buenos Aires (CEFIBA), completamente transistorizada (De Alto, 2013).

⁸⁹ Esta etapa estuvo vinculada a la sustitución de los bienes de consumo.

⁹⁰ Esta etapa estuvo vinculada a la sustitución de los bienes de capital.

⁹¹ Esta proponía centralizar las políticas de ciencia y tecnología para reproducir los procesos industriales de los países centrales. Diagramó una sucesión de etapas lineales: primero, sustituir productos extranjeros para dominar las tecnologías y, segundo, comenzar el desarrollo propio a partir de estos saberes.

⁹² Cámara Argentina de Industrias Electrónicas (CADIE).

y protecciones en segmentos clave (Nochteff, 1984), manteniéndolas aisladas del mercado internacional. Desde su nacimiento parecía que la electrónica en Argentina se hacía sola, ya que no era considerada en la planificación estatal.

Tal como se mencionó en referencia a la ISI, entre las décadas del 40 y del 60 existieron diversas políticas públicas de relevancia para el desarrollo industrial basado en el conocimiento; una de las cuales consistió en fundar instituciones de ciencia y tecnología —orientadas principalmente a la industria pesada y a las ciencias básicas—. Entre ellas estaba el INTI, creado en 1957, al que a continuación se lo propone como un nuevo conductor del cambio tecnológico que contribuyó al devenir electrónico y al desarrollo de sensores en base a película gruesa en los años 90.

En relación con la planificación del proceso industrializador, el objetivo general del nuevo instituto fue mejorar los procesos productivos y apostar a la sustitución de los bienes de capital necesarios, principalmente para los sectores industriales metalmecánico y energético⁹³. En ese contexto, la electrónica jugó un rol secundario puesto que no fue un objeto de investigación en la institución⁹⁴, al igual que en la política nacional. Además, el sector industrial electrónico del país no presentaba problemas tecnológicos para su desarrollo: tenía un mercado creciente y protegido de la competencia internacional (Nochteff, 1984). Por ello no demandaba un centro estatal de investigación como la ley de creación del INTI indica que es necesario para que se cree uno.

Para que se gestase en el INTI la necesidad de incorporar un centro de investigación específico en electrónica, habrían de pasar varios años de aprendizaje por parte de los ingenieros. Inicialmente ellos prestaban servicios tecnológicos —tales como desarrollo de artefactos y procesos productivos, ensayos de calidad y calibración de instrumental— a empresas desde las incipientes áreas de electrónica supeditadas a los objetivos de los Departamentos de Física y de Mecánica del INTI, áreas que luego confluirían en el CITEI. A continuación, se describen dichos departamentos con el objetivo de comprender, en un nivel de mayor desagregación, la influencia que tuvieron los espacios institucionales, en los cuales los ingenieros comenzaron a trabajar sobre la trayectoria de la electrónica y de los sensores.

⁹³ A. Dmitruk en la entrevista del 16 de mayo de 2019 dice: “Los sectores más demandantes de servicios tecnológicos eran: el sector automotriz, el de construcciones, la metalmecánica y la química (...) El INTI hace punta incorporando equipamiento muy moderno [para atender dicha demanda], que no se producía ni se conocía en el país, y que estaba basado en la incorporación de electrónica”.

⁹⁴ A. Dmitruk en la entrevista del 16 de mayo de 2019 dice: “cuando ingresé a INTI como técnico en televisión en 1962 tenía como labor instalar y mantener los equipos del Departamento de Física y de distintos laboratorios del Instituto [que atenderían las demandas de los principales sectores industriales]”.

Primeramente, en el Departamento de Física fundado en 1961, que tenía como principal función el desarrollo de la metrología⁹⁵ para asegurar la calidad de las mediciones y de los procesos industriales, se fueron organizando unas divisiones dedicadas al estudio de la electrónica con técnicos e ingenieros formados en la FIUBA⁹⁶. Con el correr de los años, de la acumulación de saberes y de experiencias que tuvieron estos tecnólogos en relación con el propósito de este Departamento, surgen: la División Electrónica⁹⁷ —dedicada al mundo analógico— y, más tarde, la División Microelectrónica Aplicada⁹⁸ —dedicada a la programación con microprocesadores—, sectores que serían la futura base organizativa del CITEI.

Años después, en 1972, se creó el Sector de Electroquímica Aplicada⁹⁹ (SEA) en el Departamento de Mecánica, cuyo objetivo fue el desarrollo de técnicas productivas y de sensores para la industria siderúrgica. Este espacio se formó con tecnólogos químicos, que se trasladaron desde la FCEyN¹⁰⁰ de la UBA hacia el INTI por “la convicción”¹⁰¹ de realizar investigación asociada al sector productivo como un modo de desarrollo nacional (Calvo, 2019), y con un grupo de ingenieros electrónicos¹⁰² que los asistía desarrollando instrumentos de medición y de sensado. Estos ingenieros, dedicados a la rama de instrumentación y control, diseñaban los controladores electrónicos para los electrodos de los sensores¹⁰³ que eran requeridos por los químicos. Hacían electrónica en el mismo sentido que el Departamento de Física lo hacía en sus comienzos: allí se desarrollaban los sensores que la industria siderúrgica requería al sector de electroquímica aplicada. En otras palabras, la delimitación y el alcance de la electrónica estaban definidos por los proyectos de los electroquímicos.

No obstante el rol secundario de la electrónica, junto al INTI nacían posibilidades para ella —impensadas para fines de la década de los 50— a causa de la estructura y de las ambigüedades plasmadas en su diseño institucional (Oszlak: 1984), tal como se desarrolló en el capítulo 1. De los diferentes motivos por los cuales se crea el INTI, mencionados también por Oszlak (1984), en esta tesina se considera el relativo a la experiencia fallida del Instituto

⁹⁵ Ciencia de las mediciones.

⁹⁶ Facultad de Ingeniería de la UBA.

⁹⁷ Sector dirigido por el Ing. Andrés Dmitruk.

⁹⁸ Sector dirigido por el Ing. Eduardo Martínez.

⁹⁹ Sector dirigido por los químicos David Schiffrin, Carlos V. D'Alkaine y Roberto Fernández Prini.

¹⁰⁰ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA.

¹⁰¹ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019.

¹⁰² Dirigido por el Ing. Daniel Lupi, del cual participó la Dra. Liliana Fraigi. Ingenieros formados en la FIUBA.

¹⁰³ En este caso, los sensores se construyen con una electrónica de control que convierte en datos la variación eléctrica que se produce en el electrodo al momento de la medición.

Tecnológico¹⁰⁴, su predecesor. A partir de esta se decidió la autarquía del INTI porque se tuvieron en cuenta los problemas administrativos del Instituto Tecnológico para ejecutar presupuesto con la agilidad que el ámbito de la CyT requiere; y también se decidió su estructura en base a centros de investigación para permitir la asociación público-privada, lo que no tuvo pautas orientadas a rubros tecnológicos definidos (Oszlak, 1984:16). Con este diseño quedó latente la posibilidad de fundar centros de investigación para cualquier industria, entre ellas la electrónica, en la medida en que los actores interesados —tecnólogos, funcionarios de INTI o nacionales, industriales, etc.— logaran reunir conjuntamente las condiciones que requería la Ley de INTI. Aunque para el momento de su fundación la electrónica no era un tema estratégico, su autarquía le permitiría decidir la creación de un centro de electrónica sin la demanda de la política nacional. En conclusión, el INTI es considerado un conductor del cambio tecnológico porque puede tomar decisiones dentro del contexto general, es decir que no es un simple aplicador de las políticas nacionales debido a que tiene agencia como institución.

Seguidamente se aborda, en relación a los saberes de la electrónica, el conductor del cambio tecnológico relativo a las redes de conocimiento, mediante una descripción sobre la continuidad entre aquellas vinculadas a los artefactos de consumo —tales como radios, tv y equipos de comunicación— descritas en el primer marco tecnológico y aquellas otras dos del INTI: una vinculada a los dispositivos para la metrología y la otra a los sensores para la siderurgia, que luego se ampliarían a través de la cooperación internacional. Dichas redes enfocadas en artefactos particulares tienen en común a la disciplina electrónica que permite un diálogo y aprendizaje que trasciende a los artefactos en sí. Es decir, que los vínculos entre los ingenieros del sector privado y del Departamento de Física y del SEA del INTI se constituyeron teniendo como eje articulador a la disciplina electrónica.

En virtud de la mencionada articulación, existió una continuidad en las formas de investigar y de desarrollar artefactos en la periferia del conocimiento electrónico entre los primeros tecnólogos formados en el sector privado y los incipientes tecnólogos del INTI. Esta estuvo marcada por la relación alumno-docente en la universidad pública, como se analizó para las redes del marco tecnológico anterior. Varios de los ingenieros del INTI se formaron en los mismos claustros de la UBA¹⁰⁵ en donde aquellos primeros tecnólogos del sector privado

¹⁰⁴ El INTI heredó del Instituto Tecnológico una base material y el personal inicial compuesto por 19 profesionales. Cabe aclarar que no contenía ningún ingeniero electrónico entre sus profesionales.

¹⁰⁵ A. Dmitruk, conversaciones, 2020.

diseñaban los programas de estudios y dictaban clases¹⁰⁶. Hubo una línea de continuidad que predispuso a varios de ellos a tomar al desarrollo electrónico con el espíritu sustituidor que predominó en la ingeniería en la época de la ISI.

Entre mediados de los 60 y mediados de los 70, luego de concluida la etapa formativa y de los primeros años de experiencias en INTI, las redes de los ingenieros de física se fueron ampliando fuera de las fronteras nacionales a través de convenios internacionales firmados por la institución. Mediante el acceso a laboratorios europeos, varios ingenieros lograron el desarrollo de nuevas capacidades, acumularon nuevos saberes en electrónica y generaron nuevas relaciones¹⁰⁷. Uno de los principales convenios estuvo asociado a la adopción de los estándares métricos de Alemania que tenía por objetivo mejorar la precisión de la industria local mediante su apropiación. Por ello, algunos de los futuros tecnólogos en electrónica realizaron estadías de formación en el Instituto Físico Técnico de Alemania Federal (PTB) y en el Laboratorio de Industrias y Componentes Eléctricos de Francia (LICE) que implicó un salto cualitativo en conocimientos de metrología electrónica¹⁰⁸, una ampliación de infraestructura para el departamento de física —dada la adquisición de equipos de trabajo—, y la generación de vínculos que se mantienen¹⁰⁹ hasta el día de la entrega de esta tesina. También, estas capacitaciones abrieron las puertas para algunos desarrollos locales, tal como la calibración de instrumental de aviones para Aerolíneas Argentinas, con los cuales pusieron en práctica las técnicas aprendidas en el exterior generando nuevo aprendizaje en el proceso de adaptación.

En cambio, la primera red construida alrededor de los sensores en el SEA involucró a los electrónicos del Departamento de Mecánica, a los químicos y, principalmente, a la empresa Estatal SOMISA. Aquí los ingenieros entraron en contacto con técnicas pertenecientes a la química, tales como las de electrodeposición y las de manejo de materiales para la construcción de electrodos, aunque su trabajo estaba orientado a generar la electrónica de control que los interpretara. Esta lógica generó un diálogo multidisciplinario alrededor de artefactos de

¹⁰⁶ Como se mencionó anteriormente, en la universidad pública se comienzan a montar los primeros laboratorios de componentes de semiconductores, tal como el transistor y a diseñar dispositivos con ellos.

¹⁰⁷ Uno de los primeros profesionales que viajó al exterior a perfeccionarse fue un electrónico, Andrés Dmitruk, y a su vuelta el Ing. Eduardo Martínez.

¹⁰⁸ A modo enumerativo puede decirse que se capacitaron en: metrología de radiofrecuencia y microondas, compatibilidad electromagnética, instrumentación y control con técnicas digitales programables, y servicios estándar de asistencia técnica para la industria.

¹⁰⁹ La adopción de este estándar permite que INTI sea uno de los 18 representantes del Comité Internacional de Pesas y Medidas. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-comite-internacional-de-pesas-y-medidas-define-la-agenda-del-futuro-para-la-metrologia>

sensado que fueron pensados, desarrollados y puestos en práctica en procesos productivos reales, esta vez dentro de la esfera estatal.

Para cerrar este marco tecnológico, cabe destacar que se han producido fuertes modificaciones respecto del anterior, en todos sus conductores en pos de un período de auge de la electrónica a nivel local. Internacionalmente, la electrónica estaba en un *boom* de innovaciones debido a la situación geopolítica y a la invención del transistor que tuvo su repercusión tecnológica en la industria argentina. A nivel local, si bien la política no tuvo una agenda particular para la electrónica, desde el Estado se impulsaron políticas —en el período de la planificación de la industria pesada— que impactaron en la ampliación de sus redes, siendo una disciplina secundaria en los departamentos de Física y Mecánica del INTI. Sin embargo, el INTI se constituye en un nuevo conductor del cambio tecnológico debido a que se diseña institucionalmente con indefiniciones estratégicas y con autarquía de la política nacional, lo que le proporciona cierta agencia dentro del contexto del cambio tecnológico general. Inicialmente, estas redes tuvieron poca relación con aquellas del mundo productivo privado que, bajo su condición de aislamiento, se adaptó al transistor y logró desarrollar alta tecnología¹¹⁰. Este marco finaliza con el fuerte cambio que se produce en el conductor a nivel local por motivo de la cruenta dictadura cívico-militar que modifica política y económicamente las condiciones para la electrónica y sus redes mediante la persecución política.

Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante la deslocalización de la producción

En esta sección se detallan los cambios que acompañan el paso del marco tecnológico asociado a la etapa de planificación estatal hacia aquel vinculado con la deslocalización internacional de la producción y su expresión política en Argentina, a través de la dictadura cívico-militar. El período que aquí se analiza inicia con el golpe de Estado en 1976 y finaliza con la caída del gobierno de facto en 1983. La decisión de poner en foco este período político y de hacerlo coincidir con el marco radica en el impacto que tuvo la última dictadura sobre las redes locales

¹¹⁰ Tal es el caso de la División Electrónica de la empresa de neumáticos FATE que se encontraba desarrollando una computadora y construyendo una planta de circuitos integrados en el partido de San Fernando, provincia de Buenos Aires. La empresa dominó el mercado latinoamericano de calculadoras de mesa con impresora, fabricadas con circuitos integrados de desarrollo propio. Experiencia que quedó trunca a partir del golpe cívico-militar de 1976 (De Alto, 2013) .

de la electrónica —y particularmente sobre la de los sensores— debido a sus contradicciones políticas y a la persecución que realizó sobre varios tecnólogos del sector privado y del INTI.

Pero antes de comenzar a describir los conductores locales, por una cuestión de orden conceptual se comenzará por el conductor internacional, en el cual la acumulación de conocimientos tecnológicos y el desarrollo de nuevos componentes —tales como los circuitos integrados— se vincularon con un profundo cambio en la organización productiva global que abarcó las décadas del 70 y del 80. En el marco tecnológico anterior se señaló que el capitalismo de bienestar, tanto el europeo como el estadounidense, fue uno de los impulsores del desarrollo electrónico. En cambio, para este período, en los años previos a la dictadura argentina, el mencionado capitalismo de bienestar entró en crisis en 1973 debido a la saturación de los mercados internos de dichos Estados centrales y, a la llamada crisis del petróleo que aumentaba los costos de la producción (Harvey, 1998:168). Sin embargo, esto no significó una desaceleración de la I+D en electrónica para artefactos de consumo doméstico.

El nuevo impulso del desarrollo electrónico a nivel internacional se debió a una combinación de las estrategias que promovieron los países centrales junto con las grandes empresas, y a las tecnologías disponibles para superar la crisis del estancamiento productivo. La informática fue clave para la deslocalización industrial y para la construcción de un sistema financiero internacional que sustentara la producción global. Este, sin embargo, dio origen a un modo de acumulación desligado de ella (Harvey, 1998:170-171).

Por aquel entonces, las empresas comenzaron a radicar sus establecimientos productivos en países periféricos que contaran con mano de obra barata y con baja tasa de sindicalización¹¹¹ (Harvey, 1998:178) con el objetivo de reducir los costos de fabricación para ampliar los mercados de consumo. No obstante, esta deslocalización industrial mantenía las administraciones principales de las empresas en sus países de origen, lo que demandó una precisa coordinación productiva y administrativa¹¹² y una rápida movilidad de los fondos, que pudieron sustentarse a través de las comunicaciones que ofrecía la informática. Este proceso significó, por primera vez, la formación de un único mercado mundial (Harvey, 1998: 185).

Las grandes empresas de informática y de electrónica digital —para el consumo doméstico, corporativo y estatal— se fundaron en los años 70¹¹³ a razón de la base tecnológica acumulada en el marco anterior. La inversión pública, las iniciativas privadas y los

¹¹¹ Por ejemplo: México, Filipinas, Corea del Sur, Brasil, etc.

¹¹² El sistema *just in time* se basa en el flujo constante de los insumos y partes, lo que reduce radicalmente el stock (capital que no se mueve y por lo tanto no genera ganancia) para mantener la producción en marcha.

¹¹³ Por ejemplo: Apple Computer, Intel, etc.

consumidores internos y militares, que existían desde los años 40 para el desarrollo de la I+D en electrónica, habían dado origen a ciudades tecnológicas dedicadas al desarrollo electrónico e informático tal como Silicon Valley en EEUU. Allí, en el valle de Santa Clara, originalmente habitado por pequeñas comunidades agrícolas, emergieron una infraestructura material y humana: poderosas, complejas y profundamente arraigadas en la investigación, el desarrollo y la producción¹¹⁴ globalizada (Winner, 2006:1096).

Esta situación de cambio económico y productivo internacional se relaciona estrechamente con los cambios acaecidos en la electrónica argentina. A continuación, se presenta el conductor del cambio tecnológico local a nivel nacional. Primeramente, en un contexto de alta inflación¹¹⁵, las políticas de la dictadura cívico-militar finalizaron con la etapa de la ISI al imponer un modelo de acumulación financiera¹¹⁶ y de transformación productiva¹¹⁷, en consonancia con los cambios globales que facilitaron la reactivación económica de los países centrales. Los cambios que realizó la dictadura significaron una apertura económica para Argentina que desarticuló el marco normativo previo que alentaba al desarrollo industrial local, promoviendo implícitamente —a diferencia de Europa y EEUU— la transformación de las empresas electrónicas en subsidiarias de las transnacionales.

En este contexto, en relación al aspecto tecnológico, el impacto sobre la industria electrónica local de consumo fue significativo debido a que algunas de las empresas que contaban con departamentos de I+D quebraron mientras que la mayoría los desmanteló o los dejó en su mínima expresión, reconvirtiéndose así en importadoras, es decir, en receptoras de tecnología y en representantes de firmas transnacionales (Nochteff, 1984). Al romperse el aislamiento de este sector productivo, que en los marcos anteriores había configurado el desarrollo de electrónica local (Nochteff, 1984), la apertura económica implicó para muchas empresas la imposibilidad de competir con artefactos fabricados en países con salarios bajos. En este marco de brusco cambio en las políticas locales, las empresas abandonaron el diseño

¹¹⁴ El efecto eléctrico del transistor devino en el diseño de los microprocesadores (que tecnológicamente son componentes que reúnen muchos transistores interconectados entre sí para el cálculo binario) que hicieron posible el negocio de las computadoras debido a la miniaturización de las existentes hasta entonces, lo que también permitió dinamizar un nuevo mercado de consumo doméstico y corporativo.

¹¹⁵ Producto del plan económico predecesor conocido como “El Rodrigazo”.

¹¹⁶ La ley 21 526 de entidades financieras promulgada en 1977, la suba de la tasa de interés y el desaliento estatal a la promoción industrial a partir de 1978 (Schvarzer, 1986:69-70) provocaron el desinterés en la producción industrial.

¹¹⁷ La propuesta dictatorial de la transformación productiva argentina fue diferente a la de los países centrales. Esta se trató de la primarización de la economía con el objetivo de posicionar al país como un exportador de cereales (Schvarzer, 1986:61).

de radios, equipos de comunicación y televisores para vender productos importados o ensamblar los mismos en territorio nacional.

En aquellos años, la persecución política desde el Estado hacia el sector industrial también fue utilizada como herramienta para la eliminación de las condiciones productivas de la ISI. En algunas empresas, tal como el mencionado ejemplo de FATE electrónica (De Alto, 2013) en el marco tecnológico anterior, se persiguieron tecnólogos y empresarios vinculados al desarrollo productivo nacional¹¹⁸. Tiene sentido mencionar que la desarticulación de una experiencia de desarrollo de alta tecnología electrónica, como la de FATE, se produjo más por una intervención directa de la dictadura cívico-militar sobre una empresa privada —que dominaba el mercado local y latinoamericano de calculadoras— que por el cambio de las políticas macroeconómicas.

Tal como se modificaron las modificaciones de las condiciones internacionales y locales, el INTI, a casi 20 años de su creación, se encontraba en una situación muy distinta a la de su emergencia en el marco tecnológico anterior. En lo sucesivo, se detallan las transformaciones en el conductor del cambio tecnológico vinculado al INTI durante su intervención militar. Las consecuencias del gobierno de facto en él no fueron idénticas a las que acontecieron en el sector productivo. Allí pudieron registrarse continuidades en relación a la electrónica a pesar del Terrorismo de Estado y del desmantelamiento de algunos centros de investigación en electrónica previos al CITEI.

En los primeros meses de la intervención militar en INTI su gobierno estuvo a cargo de Mario Remetín¹¹⁹, Mayor del Ejército, que, en correspondencia con las políticas nacionales,

¹¹⁸ Bruno de Alto (2013) indica dos motivos por los cuales se cierra la División Electrónica de FATE. El primero de ellos estuvo relacionado con la identificación de un grupo de tecnólogos electrónicos, encabezados por el Ing. Roberto Zubieta, como un “foco subversivo” por los servicios de inteligencia de la dictadura. También José Gelbar, ex ministro de economía del último gobierno de Perón y socio accionista del dueño de FATE (Madanes), fue perseguido por “la triple A”. Todas estas presiones llevaron a Madanes a realizar cambios en la estrategia de diversificación de FATE (de neumáticos a electrónica) y, por ende, al segundo motivo: desinversión para el área de I+D. Esto último, junto a la política aperturista de la dictadura cívico-militar, terminaron por cerrar la División Electrónica y reconvertir a FATE en representante de firmas transnacionales en este campo productivo.

¹¹⁹ Testimonio de Fernando Álvarez Rojas, delegado del INTI despedido en 1976: “Estábamos en la sala de reuniones, a mano derecha de la entrada, y había unas cincuenta personas de todas las áreas —Física, Química, Alimentos, etc.—. Este señor hizo una exposición sobre cómo venían a salvar la patria y que nosotros debíamos seguir con las tareas de investigación. Entonces, cuando terminó yo levanté la mano y le dije que estaba de acuerdo con que la Ciencia y la Tecnología tenían que continuar, pero que eran actividades donde el pensamiento tenía que ser libre y no se podía trabajar en un lugar que estaba infectado de matones armados hasta los dientes. Remetín pegó un salto en su silla de ‘medio metro’ y apuntándome con un índice me dijo, *a voz en cuello*, que me iba a arrepentir de hablar así de oficiales del ejército argentino’ (...) La escena continuó con dos personas armadas que lo agarraron de un brazo para sacarlo de la sala. ‘Les dije que no precisaba porque podía salir por mi cuenta, aunque mis piernas parecían un temblor en Mendoza. Me fui a un hotel y me di cuenta de mi *metida de pata* porque ya en esa época había desaparecido gente y algunos aparecían colgados

disolvió el primer centro de electrónica (CITE)¹²⁰, el cual se dedicaba principalmente al desarrollo de componentes a escala de laboratorio y funcionó entre los años 1974 y 1976. Unos meses más tarde el capitán Alcides Rodríguez¹²¹ de la Marina se hizo cargo del instituto y, paradójicamente, mostró algún interés en el desarrollo tecnológico¹²², particularmente en la electrónica. Esto se explica porque la dictadura tuvo dos objetivos: “el aniquilamiento de la subversión” y “la normalización de la economía” (Canelo, 2008: 40). Respecto del segundo, existían diferencias entre la conducción económica —a cargo de Martínez de Hoz— y sectores de las Fuerzas Armadas que tenían posiciones políticas productivistas y nacionalistas (Villar, 2020: 18).

De hecho, el INTI, en asociación con el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), propició la creación del Centro de Investigaciones de Componentes Electrónicos (CENICE), que funcionó entre 1978 y 1981, disolviéndose prontamente porque esta política institucional no fue apoyada por el gobierno de facto nacional. La relevancia de esta experiencia abortada radica en que se construyó un edificio pensado para laboratorios de electrónica —en el cual se establecería el CITEI en los años 80— y, también, en que resultó ser el primer acercamiento a la tecnología de “película gruesa”¹²³ en INTI, con la que se desarrollarían los sensores en los años 90.

Todas las modificaciones que se produjeron a razón del pasaje del marco tecnológico anterior a este (tanto en los conductores internacionales como en los locales con sus contradicciones) tuvieron diversas repercusiones sobre las redes vinculadas a la electrónica. Si bien el terror y la persecución política fueron el sello distintivo sobre los actores humanos del

de ganchos de carnicería. Yo agradezco, entre comillas, a este *animal con ropa* (Remetín) porque al día siguiente recibí un telegrama de haber sido 'exonerado' y eso me salvó, porque mi hermano que trabajaba en la CNEA no tuvo la misma suerte y desapareció”. Recuperado de <https://www.argentina.gob.ar/noticias/testimonio-de-fernando-alvarez-rojas-trabajador-del-inti-despedido-en-1976>

¹²⁰ A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019: “el mayor Remetín (...) llevó a cabo alrededor de 200 despidos, entre los que se encontraban 20 de los 22 integrantes del C.I.T.E. porque se los acusó a todos de potencialmente peligrosos”.

¹²¹ Testimonio de la Lic. Irene Alanis del Centro Procesos Superficiales publicando en el n° 39 de la revista Saber Cómo en abril de 2006: “Posteriormente, la intervención pasó del Ejército a la Marina, en la persona del capitán Rodríguez. Más compañeros fueron echados u obligados a renunciar”.

¹²² Testimonio del capitán Alcides Rodríguez, presidente de facto del INTI, en la revista El Cronista Comercial en 1976 ante la pregunta periodística sobre qué orientación tomaría la institución: “(...) el INTI va a tener como objetivo ponerse al servicio de la industria nacional en forma directa, propendiendo al aumento de la calidad de la tecnología nacional y a su armónico y razonable crecimiento. (...) dedicar todos los esfuerzos necesarios para que la tecnología nacional sea cada vez más independiente del exterior, dentro por supuesto de las lógicas limitaciones que existen sobre el tema”.

¹²³ En ese entonces, CITEFA dominaba esta tecnología, pero la utilizaba para el diseño y la construcción de circuitos electrónicos en lugar de los sensores.

INTI y del sector privado, los efectos que resultaron de la globalidad del marco tecnológico sobre la trayectoria de la electrónica y de los sensores en INTI fueron disímiles. En algunos casos, las redes fueron disueltas, clandestinizadas o reconvertidas, cambiando la dinámica de la I+D en electrónica¹²⁴ y en otros, ampliadas como efecto no deseado por la dictadura en el devenir electrónico. Seguidamente se abordan las transformaciones de las redes vinculadas a la electrónica, detallando los momentos tanto de desarticulación y transformación de las redes como los de aprendizaje.

En primer lugar, el sentir del terror en INTI fue uno de los elementos importantes que impactaron sobre las redes. Las desapariciones del físico Alfredo Giorgi —que fue detenido a la vista de todos en el PTM— y de la secretaria María del Carmen Artero, en su domicilio, fueron las más significativas. Sumado a ello, las autoridades militares del INTI también persiguieron políticamente¹²⁵ a los tecnólogos químicos del Sector de Electroquímica Aplicada^{126 127}, entre otros, haciendo uso de la ley de prescindibilidad¹²⁸ y diezmando la actividad tecnológica sobre los sensores en INTI. Sin embargo, los electrónicos que realizaban equipos específicos para los tecnólogos químicos permanecieron allí, en el Departamento de Mecánica, bajo las condiciones de persecución política del momento. Cabe destacar que la intervención en el SEA trajo aparejado dos consecuencias. Por un lado, tal situación retrajo la red de los sensores respecto de la industria local puesto que se desarmaron los vínculos con SOMISA; pero, por otro lado, esta se expandió internacionalmente ya que uno de los

¹²⁴ Testimonio del Ing. Ricardo García del Departamento de Física publicando en el n° 39 de la revista Saber Cómo en abril de 2006: “Antes del golpe las discusiones políticas eran muy encendidas, cuestionábamos todo; decíamos: ‘Vamos a terminar discutiendo las leyes de la Física, vamos a someter a votación a Newton’. Pero cuando vino el golpe teníamos conciencia de lo que iba a pasar. En el INTI, por razones de seguridad nos cerramos todos. Dejamos de tener contacto con mucha gente, gran parte de mis amigos ya no trabajaban más aquí y los que quedamos ya casi no teníamos interacción entre nosotros”.

¹²⁵ Testimonio del Ing. Ricardo García del Departamento de Física publicando en el n° 39 de la revista Saber Cómo en abril de 2006: “Al día siguiente del golpe despidieron a 150 personas, había una lista en la que figuraba quién podía entrar y quién no. A mí no me echaron, pero ya lo habían hecho de la UTN y de la Universidad de Buenos Aires”.

¹²⁶ Testimonio del Dr. Ernesto Calvo publicado en el tomo 7 de la revista Ciencia e investigación en 2019: “Luego del golpe militar del 24 de marzo de 1976 las cosas se fueron complicando, el grupo [de electroquímica aplicada] recibió ataques que culminaron al año siguiente con la separación de Carlos D ‘Alkaine y David Schiffirin”.

¹²⁷ Testimonio de la Lic. Irene Alanis del Centro de Procesos Superficiales publicando en el n° 39 de la revista Saber Cómo en abril de 2006: “Uno de los golpes más terribles para el INTI fue que destruyeron el cambio que se venía dando en el Instituto ligado a la profundización de las actividades de investigación y desarrollo en determinadas áreas como electroquímica aplicada, plásticos y vidrios”.

¹²⁸ La ley 21 274/76 consistía en separar del Estado a todos aquellos que la dictadura consideraba opositores al régimen.

electroquímicos logró insertarse en el sistema científico inglés¹²⁹. Los electrónicos mantendrían contacto con él y a fines de los años 80 sería una pieza clave para el dominio de la tecnología de película gruesa aplicada a sensores en INTI.

En segundo lugar y en el mismo contexto de tensión, los tecnólogos electrónicos del Departamento de Física profundizaron sus lazos con los ingenieros alemanes, iniciados durante el convenio con el PTB en el marco tecnológico anterior, mediante un acuerdo de cooperación entre el INTI, el Ministerio Federal Alemán para la Investigación y Tecnología (BMFT), la Cámara de Empresarios Electrónicos de Alemania y la Cámara de Industrias Electrónicas (CADIE) de Argentina. A finales de los años 70, estos actores en conjunto realizaron un informe de prospectiva denominado “Estudio sobre el desarrollo de la industria electrónica argentina”. Para el gobierno alemán este estudio significó la posibilidad de radicar sus empresas electrónicas en Argentina en el proceso de deslocalización productiva global, hecho que finalmente no sucedió. En cambio, para los tecnólogos del INTI significó un hecho clave en su aprendizaje porque recibieron información difícil de conseguir en aquellos tiempos, tales como la prospectiva tecnológica internacional y la situación global del mercado electrónico, además de los intercambios para la profundización en saberes disciplinares y de la situación de la industria electrónica local. En este sentido, el énfasis del aprendizaje estuvo puesto en comprender la composición de la industria —objeto de intervención del INTI— en lugar de solo lo tecnológico. Esta información les permitiría generar vínculos con las empresas que formarían parte de la fundación del CITEI, entre otras, y desarrollar estrategias de abordaje hacia las mismas durante los años 80¹³⁰.

A modo de finalización de este tercer marco tecnológico, se señala que el impulso de la I+D en electrónica a escala global fue propiciado por la modificación de la organización productiva y financiera. Esta, a su vez, repercutió en las políticas persecutorias y económicas llevadas adelante por la dictadura cívico-militar en Argentina, que afectaron a los departamentos de I+D de las empresas electrónicas, expulsando a sus tecnólogos, y promovieron su reconversión en importadoras. Aunque las cúpulas del INTI pertenecientes a la Marina impulsaron algunas políticas de I+D en electrónica (como la creación del CENICE

¹²⁹ Previamente, David Schiffrin realizó su doctorado en la universidad de Southampton lo que le generó contactos que le facilitaron su vuelta a Inglaterra durante la dictadura en un contexto en el que, según Kreimer (2010), los países centrales reclutaban científicos de la periferia.

¹³⁰ A. Dmitruk en la entrevista del 16 de mayo de 2019 señala que ellos tuvieron un importante rol en la redacción de las conclusiones, junto a los alemanes. En ellas puede observarse que establecieron, en base a la situación local, la necesidad de formular una política de desarrollo de una industria electrónica. Las autoridades militares del INTI presentaron el estudio al gobierno de facto nacional sin obtener una respuesta como contrapartida.

y el estudio con el BTMF), su acciones, en sintonía con las del gobierno de facto nacional, significaron la paralización de las redes locales a causa del terror, la internacionalización de ellas respecto a los sensores —como efecto no deseado de la persecución— y la profundización de vínculos con Alemania Federal; quedando de estas experiencias nuevos saberes vinculados a la industria, nuevos equipamientos y un edificio en INTI pensado para la electrónica.

La dictadura fue paralizante para esta disciplina, sin embargo, pueden observarse elementos propios de este período que serán resignificados en el marco siguiente en el contexto del retorno a la democracia. Durante la presidencia de Alfonsín, en un corto plazo, se intentaron reestablecer las políticas de la ISI que fracasaron rápidamente, quedando de ese período la fundación del CITEI.

Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante el retorno a la democracia en Argentina

En esta parte de la tesina se plantea el marco tecnológico que está relacionado con los primeros años de la presidencia de Raúl Alfonsín. El corto espacio temporal de este marco se define desde el retorno a la democracia en 1983 hasta el momento en el cual se profundiza la crisis económica en 1987 (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:102), cuando, en consecuencia, se desarticula la iniciativa industrialista del gobierno. Durante este período se intentaron restablecer las condiciones industriales previas a la última dictadura cívico-militar (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:86), pero el contexto internacional era diferente al de la ISI: las grandes empresas industriales de los países centrales estaban deslocalizando su producción. Se decide la duración del presente marco, que es coincidente con decisiones del gobierno argentino, por la incidencia explícita que tuvo por primera vez la política nacional en el impulso local de la electrónica, dado que desarrolló un conjunto de normativas específicas para este sector industrial.

Al igual que en el marco tecnológico precedente, para analizar la acción estatal y su importante influencia sobre la trayectoria de la electrónica en INTI, esta será puesta en diálogo con la situación internacional. Por ello, se comienza con una breve descripción del conductor internacional del cambio tecnológico de la electrónica para luego vincularlo con el conductor local.

Anteriormente se mencionó que el proceso de deslocalización productiva continuó manteniéndose en auge durante los años 80, por lo que las demandas de tecnologías para la

administración y la fabricación a escala global también estuvieron presentes en el actual marco. En referencia al aspecto tecnológico, las industrias informáticas nacidas en los 70 profundizaron su desarrollo en base a las mencionadas demandas de la reorganización productiva. Estas empresas habían adquirido una madurez significativa que proporcionó las tecnologías que transformaron las comunicaciones internacionales y permitieron el resurgimiento del consumo doméstico de artefactos electrónicos. Para los años 80, la industria del software, de los microprocesadores y de las computadoras personales comenzó a tener un peso importante en el mercado mundial; lo que, tal como se abordará a continuación, repercutió en el gobierno nacional.

Seguidamente, en el conductor local del marco tecnológico, se describirá en detalle la relación entre la consolidación de la informática a nivel global y la primera política estatal para la construcción de una industria informática que incluyó a la electrónica. Cabe recordar que en el marco tecnológico de la deslocalización de la producción se presentaron los efectos destructivos —en términos productivos y de conocimientos— sobre las industrias del sector electrónico¹³¹ a partir de la apertura económica y de la persecución política durante la dictadura.

Esta situación de destrucción de la industria electrónica local corría riesgo de agudizarse en el retorno a la democracia, debido a la creciente presencia internacional de la informática y a la presión que ello generaba sobre las importaciones. Rápidamente, esta problemática fue advertida por los funcionarios (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:32), los cuales diseñaron una política con el objetivo de generar actores nacionales con capacidad tecnológica e industrial (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:19) en el sector informático y electrónico, con el fin de revertir el proceso de contracción industrial iniciado en el marco de la dictadura cívico-militar.

En aquella época, la principal estrategia de la política nacional fue la redacción de un conjunto de normas¹³² que configuraron un sistema de promoción industrial radicalmente distinto a los precedentes, tanto de la ISI como de la dictadura. Por primera vez, se unificaron

¹³¹ El marco tecnológico correspondiente a la dictadura cívico-militar produjo la transformación general de la industria. Allí se generaron grandes grupos empresariales de capital nacional que se establecieron en segmentos tales como la agroindustria, los promovidos por el Estado bajo los regímenes industriales y aquellos dependientes de la demanda estatal. En el caso de los bienes tecnológicos, estos grupos empresarios se asociaron a empresas transnacionales para importar o ensamblar los productos finales, absorbiendo PyMEs que anteriormente fueron sus proveedoras. Además, al no existir promoción para el segmento electrónico, el sector fue dominado por IBM con sede en Argentina (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:83).

¹³² Resolución 32/86 de la Secretaría de CyT para el cumplimiento del “compre nacional”; Decreto 652/86 que mejora aspectos de la Resolución 44; Resolución 978/85 del ministerio de economía que establece la estructura arancelaria para la electrónica; etc.

criterios tecnológicos¹³³ y productivos¹³⁴ para la asignación de beneficios fiscales y de financiamiento —que finalmente no fueron otorgados— y, a su vez, dicha normativa tendió a eliminar los privilegios a las grandes empresas mediante la aplicación real de los concursos públicos (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:19). En 1985 se publicó la Resolución 44 en la Secretaría de Industria, la norma más destacada de la mencionada política, que se basó en un informe técnico encargado por el poder ejecutivo a la Comisión Nacional de Informática¹³⁵ y en el diseño de instrumentos de promoción tecnológica para empresas electrónicas nacionales en el que participó un grupo de tecnólogos electrónicos del INTI¹³⁶.

El contexto que se configuró a partir de la efervescencia internacional y de las políticas locales para el desarrollo de una industria nacional de la informática fue favorable para que, también en el INTI, se instrumentaran cambios vinculados a la trayectoria de la electrónica a nivel local. A continuación, se analizan las modificaciones en el conductor del cambio tecnológico correspondiente a la institución. Tal como se explica en el capítulo 1 —a través de los modos de pensar de los tecnólogos— se cumplieron los requisitos que exige el Decreto-Ley 17 138/57 para la creación de centros de investigación. Por tanto, pudo crearse el CITEI durante esta pequeña ventana temporal que se abrió en los primeros años del retorno a la democracia para el desarrollo informático.

Además de cumplir con los requisitos que exige el citado Decreto-Ley, se destacan tres aspectos claves del diseño institucional (Oszlak, 1984) —descrito en el marco tecnológico de la planificación estatal— que favorecieron la fundación del CITEI: su estructura en base de centros de investigación, por rama de actividad o disciplina, permitió pensar en uno para la electrónica; la autarquía del INTI habilitó la decisión institucional de contar con él; las ambigüedades en los objetivos específicos del organismo dieron lugar a validar a esta disciplina como centro de investigación en un momento en que la electrónica y la informática eran la principal actividad productiva en el mundo. En definitiva, el diseño de la institución permitió

¹³³ Los campos prioritarios de la I+D, que recibirían beneficios fiscales y protecciones para arancelarias, fueron la microelectrónica, la informática, la automatización, la robótica y las telecomunicaciones. (Azpiazu, Basualdo y Nochteff 1990:12).

¹³⁴ Deberían ser empresas conformadas principalmente por capital nacional, que tuvieran departamentos de ingeniería con desarrollo y que fueran esencialmente PyMES. También las normas mencionadas proponían mecanismos que trataban de evitar las compras estatales “llave en mano”, para promover la demanda estatal de desarrollo.

¹³⁵ Comisión que estuvo constituida por un conjunto de instituciones de ciencia y tecnología. Mediante el Decreto 621/84, el gobierno recurrió a equipos técnicos altamente especializados para elaborar el informe base de la política informática.

¹³⁶ Quienes realizaron la ardua tarea de clasificación de los bienes importables ponderando qué segmentos debían protegerse para evitar una competencia directa con países de bajos salarios y para promocionar nuevas capacidades locales.

estabilizar (Latour, 2008) al interior del INTI las articulaciones que se venían gestando a nivel internacional, local y de las redes (que se detallarán más abajo) en un centro de I+D dedicado a la electrónica, aunque este no fuera contemplado en la política industrial para el desarrollo informático.

Seguidamente, se analiza el conductor del cambio tecnológico referido a las redes electrónicas, sostenes de los saberes de la disciplina. A diferencia del marco tecnológico precedente, este fue un tiempo de reconstrucción y rearticulación de las redes nacionales y de las del INTI, ambas facilitaron tanto la formulación de la política informática como la creación del CITEI en 1986. A nivel nacional, algunos de los tecnólogos del sector privado que habían sido perseguidos fueron convocados por el gobierno radical para ofrecerles relevantes cargos públicos¹³⁷. Por ejemplo, el Ing. Roberto Zubieta, quien fue expulsado de FATE y exiliado en Brasil, regresó a la Argentina y se convirtió en el responsable de elaborar la política para las industrias electrónicas dentro de la Secretaría de Industria (Zubieta y Díaz, 2015:33). Allí se estableció un espacio de trabajo donde Zubieta, siendo ahora un funcionario público, convocó a los tecnólogos electrónicos del INTI (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990: 144). Ellos fueron el único recurso sectorialmente especializado con el que contaba para la formulación y la implementación de la política industrial y paraarancelaria (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990: 144).

Además de elegirlos debido a su expertise técnica, acumulada a lo largo de los años en las redes de electrónica del INTI¹³⁸, Zubieta tenía una relación de cercanía con Dmitruk¹³⁹ —quien, como ya fue dicho, en ese entonces ocupaba el cargo de jefe de la División Electrónica del Departamento de Física y, a su vez, el de director nacional del INTI— que facilitó el diálogo y, en consecuencia, la rearticulación de la red. En este sentido, los tecnólogos del INTI también participaron en el conductor local nacional del cambio tecnológico, debido a que se insertaron en la Secretaría de Industria a través de los vínculos personales, laborales y técnicos que implicó la disciplina.

¹³⁷ El matemático e informático Manuel Sadosky, que también fue perseguido, aunque por la Alianza Anticomunista Argentina (AAA) con anterioridad a la dictadura, fue designado Secretario de Ciencia y Tecnología en 1983, siendo un importante apoyo técnico a la política industrial informática. Según De Alto (2013), Sadosky fue quien había recomendado al dueño de FATE diversificar su producción hacia la I+D en electrónica.

¹³⁸ Cabe recordar los aprendizajes relatados en los marcos tecnológicos anteriores, tales como los que resultaron de las capacitaciones en el PTB y en el LICE con motivo del convenio de metrología, la aplicación de saberes en Aerolíneas Argentinas y en diferentes proyectos para la industria, el trabajo de desarrollo de dispositivos de sensado para SOMISA y el estudio del estado de la industria electrónica con el BTMF de Alemania, entre otros.

¹³⁹ Ambos habían sido compañeros en la FIUBA y alumnos de los primeros tecnólogos electrónicos del país.

A partir de la rearticulación de la red entre los integrantes del gobierno nacional y los tecnólogos del INTI también se reconstruyó el vínculo con empresarios PyMEs del sector electrónico. Mediante la participación de los tecnólogos en el diseño de la convocatoria para empresas electrónicas de la resolución 44, elaborada en la Secretaría de Industria, se entablaron relaciones con los empresarios que luego fueron quienes demandaron la creación del CITEI al INTI, cumpliendo así con el marco legal para la creación de centros. En otras palabras, la actividad de los tecnólogos en el conductor nacional sirvió como herramienta para generar vínculos con la industria local de manera tal que contribuyeron a modificar el conductor local INTI cuando se fundó el centro de electrónica.

En relación a las redes al interior del INTI, la situación de persecución política había finalizado y, en consecuencia, cambiaron radicalmente las sensaciones: el miedo generado por la aplicación del terror estatal durante los 70 mutó hacia una alta participación de los tecnólogos en las discusiones político-tecnológicas de la institución de modo similar a los años previos a la dictadura¹⁴⁰. Dicho de otro modo, la salida de la represión dentro del organismo también permitió una rearticulación de las redes allí. Sucedió una integración de los diferentes grupos de electrónicos del PTM¹⁴¹, algunos dedicados a los sensores y otros a los dispositivos para metrología, que generó un diálogo general sobre los saberes de la electrónica. Entonces, el CITEI fue un espacio en el que se tendió a la articulación de los interesados en la electrónica como disciplina en sí misma —tal como se relata en el capítulo 1—; a diferencia de lo propuesto por Pinch y Bijker (2008) para el concepto de marco tecnológico: donde este se conforma solo con diversos actores en torno a artefactos puntuales.

Además del diálogo político, se destaca la influencia de lo material en la integración de los diferentes grupos al interior del INTI. Esta fue favorecida por la existencia del edificio 42 que se había construido en el marco tecnológico precedente, durante la corta existencia del CENICE, y que contaba con la infraestructura necesaria para albergar a los electrónicos de Física, a los electrónicos de lo que quedaba del Sector de Electroquímica Aplicada y a todo el equipamiento que estos habían acumulado a lo largo de los años.

¹⁴⁰ L. Fraigi señala, en la entrevista del 20 de mayo de 2019, que a fines de la dictadura y a comienzos del gobierno democrático “había un INTI discutiendo que planteaba hacia dónde íbamos, para quién, a qué industria. Realmente, si me decís, yo creo que fue el mejor momento, el más participativo, el más activo que recuerdo. Realmente había una pasión en toda la gente, una pertenencia [al organismo]”.

¹⁴¹ Dicha integración no fue homogénea ya que no estuvo exenta de conflictos y requirió una negociación constante al interior del CITEI. Para los grupos no fue fácil pasar de pensar en dispositivos particulares a pensar en la electrónica como disciplina. Este cambio trajo resistencias que fueron abordadas a través de la negociación de los tipos de tareas y de las dedicaciones que realizaría cada grupo.

En conclusión, en el CITEI se condensaron una multiplicidad de saberes y vínculos a través de un sencillo mecanismo legal que no refleja la complejidad de la situación en la que se fundó el centro. Es decir, la solicitud de creación de un centro de electrónica —que realizó un grupo de aproximadamente 30 PyMEs al INTI— fue la formalización de un proceso internacional y local en el que se conformaron redes de actores humanos y no humanos involucrados con la electrónica, tal como se recapitula seguidamente.

En un contexto de plena expansión internacional del consumo informático, el Estado nacional intentó frenar el retroceso industrial local mediante el diseño de una política informática ante la fuerte demanda interna que provendría por los nuevos productos de consumo masivo. Lo que sucedió con la electrónica a nivel nacional y del INTI fue articulado mediante las redes de conocimiento electrónico que se conformaron en este período. En ellas se articularon tecnólogos que habían sido perseguidos y comenzaron a participar de la gestión política, otros que habían mantenido cierta actividad tecnológica convirtiéndose en referentes en la materia; parte del empresariado PyME que había subsistido; equipamiento acumulado de la experiencia de los conocimientos técnicos puestos en práctica en la industria local y de los vínculos con la I+D electrónica internacional; y saberes técnicos claves sobre la prospectiva internacional, sobre la situación del sector empresario electrónico local —producto del estudio conjunto con Alemania en los 70 y de la convocatoria de la Resolución 44—, que contribuyeron al desarrollo de estrategias para la creación del centro.

En el siguiente y último marco tecnológico se describirán las estrategias que desarrollaron los tecnólogos para mantener la estabilización de la investigación electrónica al interior del INTI, en una nueva situación de destrucción de la industria local. La crisis económica profundizada a partir de 1987 y el abandono del desarrollo local en los años 90 implicaron un fortalecimiento de las redes internacionales y un debilitamiento de las locales para la I+D en electrónica; sin embargo, los tecnólogos lograron desarrollar sensores de película gruesa en el CITEI.

Marco tecnológico de la I+D en electrónica durante el retorno a las políticas de apertura económica en Argentina

A continuación, se detalla el marco tecnológico en el que se desarrollaron los sensores de película gruesa en el CITEI en los años 90. Este se inicia en 1987 —momento en que se profundiza la crisis económica y, en consecuencia, el gobierno radical abandona la política industrial— y dura hasta el año 2003, cuando se retoma el fomento de la industria. Es decir, se aborda el actual marco tecnológico en coincidencia con este período de nueva apertura económica. El espacio temporal se determinó debido a la pregunta de investigación¹⁴² de esta tesina en la que se plantea un contexto aparentemente contradictorio para la I+D de los sensores en Argentina. Sin embargo, como se reconstruye en el recorrido del presente capítulo, el desarrollo de los sensores puede explicarse en parte por la trayectoria de los saberes y de las redes en el cambio tecnológico.

Tal como fueron elaboradas las secciones anteriores, se comenzará por el conductor internacional en el que el modelo de producción deslocalizada se estabilizó de manera predominante al momento de la caída de la URSS en 1989. En esta situación las empresas transnacionales de Europa y EEUU —que eran las principales demandantes de innovaciones en electrónica e informática— tenían la posibilidad de expandirse a todo el planeta.

En consonancia, a finales de los años 80, la Unión Europea cambió su estrategia¹⁴³ global de producción de conocimiento científico y tecnológico para competir con el sistema estadounidense (Kreimer, 2006:206): lanzó los Programas Marco¹⁴⁴ con el objetivo de reclutar científicos de todo el mundo; aunque, esta vez, estos mantendrían su lugar de trabajo en sus países de origen. Dicha estrategia buscó incorporar investigadores de la periferia a la agenda de investigación europea, pero haciendo ciencia en sus propios países (Kreimer, 2006:206). Al igual que en el sector productivo, se efectuó una deslocalización de la investigación científico y tecnológica —con base en los países centrales—, donde el financiamiento otorgado por la UE promovía la construcción de laboratorios en la periferia para la expansión del sistema científico internacional.

¹⁴² Tal como fue presentada en el resumen: ¿cómo fue posible que se desarrollaran sensores con tecnología de película gruesa en un momento adverso para el desarrollo y la producción en un país periférico como Argentina?

¹⁴³ Desde los años 60 hasta este período, el reclutamiento de científicos para la investigación europea implicó su radicación en los países centrales.

¹⁴⁴ Ver nota al pie 51 del capítulo 1.

Además, a mediados de los años 80, España y Portugal promovieron junto a la Organización de Estados Americanos (OEA) el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). El objetivo de este acuerdo multilateral estuvo asociado a la generación y al fortalecimiento de las redes de cooperación científicas y tecnológicas entre la Unión Europea y los países americanos de habla hispana y portuguesa¹⁴⁵. Argentina se suscribió a este acuerdo en 1984 a través de la SECYT. La particularidad de este programa fue su vínculo con el sector productivo, ya que las redes también incluyeron empresarios iberoamericanos¹⁴⁶. A partir de este acuerdo, se generaron nuevas y diversas redes de conocimientos en electrónica y sensores, entre otras.

Para ese entonces, tal como se abordó en el capítulo 1, la electrónica a nivel internacional había profundizado en el desarrollo de sensores —los cuales pertenecen al subcampo disciplinario de la microelectrónica— con diferentes tecnologías¹⁴⁷, impulsados por la lógica de automatización de los procesos industriales (y de medición en general) que impusieron los últimos tres marcos tecnológicos. Incluso, algunos autores internacionales de la ingeniería propusieron ordenar y sistematizar los conceptos del campo con vistas a promover una ciencia de los sensores a causa de la complejidad de los mismos¹⁴⁸ (D'amico y Di Natale, 2001:183).

Mientras que la UE invertía en I+D a escala global, Argentina retomó las reformas estructurales iniciadas durante la última dictadura cívico-militar, las que orientaron el desarrollo local hacia una primarización y financiarización de la economía en un contexto de integración internacional, sumando a ello una drástica reducción del Estado empresario (Gerchunoff y Torre, 1996:733) y del sector productivo. A continuación, se presenta el conductor del cambio tecnológico local a nivel nacional donde se aborda la situación política en la que se inscribe el desarrollo de sensores con tecnología de película gruesa en el CITEI.

¹⁴⁵ En el artículo primero del Estatuto del CYTED (última actualización del 2018) dice: "El Programa tiene como objetivo principal contribuir al desarrollo armónico y sostenible de la región iberoamericana mediante la cooperación en ciencia, tecnología e innovación promoviendo además la multiculturalidad y la equidad de género en los distintos ámbitos. Es también vocación del Programa actuar como puente para la cooperación interregional en Ciencia, Tecnología e Innovación entre la Unión Europea, América Latina y el Caribe, así como en otros ámbitos de cooperación multilateral".

¹⁴⁶ En su presentación institucional destaca: "Desde su creación en 1984 han participado en el Programa más de 28.000 empresarios, investigadores y expertos iberoamericanos en áreas prioritarias del conocimiento". Recuperado de <https://www.cytmed.org/es/cytmed>.

¹⁴⁷ Por ejemplo: sensores ópticos, electroquímicos, bioquímicos, etc.

¹⁴⁸ El desarrollo de los sensores, con distintas tecnologías, involucra conocimientos de la química, la biología, la ciencia de los materiales y de las superficies, el procesamiento de señales, la nanotecnología, las herramientas de simulación y teóricas de la comunicación (D'amico y Di Natale, 2001:183).

Primeramente, con la crisis económica acentuada desde 1987, el gobierno de Alfonsín aplicó diferentes planes estabilizadores que no cumplieron con sus expectativas y que agravaron los problemas de deuda y, también, aplicó algunas reformas estructurales en consonancia con la política económica y productiva de la dictadura, las cuales devinieron en la hiperinflación de 1989 (Gerchunoff y Torre, 1996:735). En ese entonces, la agenda nacional tuvo como prioridad intentar resolver la inestabilidad económica y política en el proceso de integración financiero y productivo internacional, iniciado en los 70, en detrimento de las políticas industrialistas locales, tal como la resolución 44 descrita en el marco tecnológico anterior. A modo de resumen, el gobierno de Alfonsín en sus primeros años había comenzado un retorno, y en algunos aspectos una superación, a la etapa de la ISI que, no obstante, terminó por reafirmar el camino comenzado por la dictadura dado que no pudo imponer su visión de desarrollo ante los nuevos grupos económicos locales¹⁴⁹ (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990:83) estructurados en la dinámica internacional.

Seguidamente, en el contexto de hiperinflación, la llegada de Menem al poder profundizó la desindustrialización mediante la desarticulación del Estado empresario que se había organizado para favorecer al desarrollo productivo a nivel local durante la ISI. Por un lado, a través de la Ley de Emergencia Económica se suspendieron los regímenes de promoción industrial, regional y de exportaciones y los beneficios que alentaban a la compra de productos nacionales, además de autorizar la reducción de la nómina de empleados públicos¹⁵⁰ (Gerchunoff y Torre, 1996:736). Por otro lado, con la Ley de Reforma del Estado se autorizó la privatización de numerosas empresas estatales (Gerchunoff y Torre, 1996:736). Si bien el INTI es un organismo público y no una empresa pública, también entró en la misma lógica y fue puesto en cuestión por el gobierno, corriendo riesgo de disolverse. En 1990, se trató en la cámara de diputados la continuidad de su existencia¹⁵¹, luego se intentó, sin éxito, privatizarlo y más tarde cederlo a la Unión Industrial Argentina¹⁵².

En este contexto de crisis nacional se aborda el conductor local del INTI en el que se produce un cambio en la dinámica del funcionamiento interno del organismo. Tanto en la situación de fines de los años 80 como en la de principios de los años 90 toma relevancia una

¹⁴⁹ Asociados a la agroindustria, a los regímenes de promoción estatal y a la propia demanda estatal.

¹⁵⁰ RR.HH. del INTI, conversaciones, 2019. INTI pasó de aproximadamente 2000 empleados en 1989 a 600 en 1996.

¹⁵¹ Federico, M. (Productor ejecutivo). (2012). *Territorios de Ciencia. Instituto Nacional de Tecnología Industrial* [Serie Documental]. Universidad Nacional de San Martín.

¹⁵² Relata Enrique Martínez, ex presidente de INTI en: Federico, M. (Productor ejecutivo). (2012). *Territorios de Ciencia. Instituto Nacional de Tecnología Industrial* [Serie Documental]. Universidad Nacional de San Martín.

política que desacopló al INTI de la actividad industrial, formulada por la dictadura. Hasta 1980 gran parte del financiamiento de la institución se realizó mediante la retención del 0,25% de todos los créditos industriales otorgados, sistema que fue derogado por Martínez de Hoz (Hurtado y Souza, 2007:63). Esta decisión dejó al INTI dependiente del Tesoro Nacional (Hurtado y Souza, 2007:63) y de los ingresos provenientes de los servicios prestados a la industria¹⁵³. Particularmente en los años 90, este modo de financiar las actividades del INTI llevó a los centros a priorizar la recaudación¹⁵⁴ en lugar de la investigación debido a la dependencia del magro presupuesto asignado por el Ministerio de Economía al mando de Domingo Cavallo. No obstante, la llegada de Leónidas Montaña a la presidencia del INTI en 1996 (Carlevari, 1998:53) significó la integración del organismo al Estado, retomando, aunque acotadamente, parte de sus actividades tecnológicas¹⁵⁵. Es decir, a partir de la segunda presidencia de Menem, el INTI consigue una estabilización en el contexto de apertura económica y de retracción de la industria, logrando principalmente superar el cuestionamiento a su existencia por parte de los actores del elenco gobernante.

En esta situación de debilitamiento del sector productivo local y de generación de herramientas financieras internacionales para la I+D en la periferia, se describe al conductor local del cambio tecnológico vinculado a las redes electrónicas y de sensores. Cabe destacar para este marco que la existencia del CITEI les permitió a los tecnólogos contar con un ámbito institucional de decisión, con relativa autonomía del gobierno central del INTI y con el poder de influenciar la trayectoria de la electrónica en el país. A razón del contexto local, los tecnólogos desarrollaron diferentes estrategias que implicaron un vínculo activo entre las redes internacionales y las locales para mantener la estabilidad del centro de electrónica, es decir, de su existencia. A continuación, se aborda, dentro del campo disciplinario electrónico, la articulación de las redes específicas de sensores del CITEI.

Para comenzar con esta descripción se focaliza en la expansión de los vínculos internacionales de una parte de los tecnólogos del CITEI, los cuales se entablaron en torno al desarrollo de sensores con película gruesa. Los ingenieros electrónicos que llevaron adelante este trabajo fueron algunos de los que habían formado parte de aquello que del SEA sobrevivió

¹⁵³ A. Dmitruk, entrevista, mayo 2019: “La lógica de la facturación aparece como una necesidad en los 80 por el desfinanciamiento provocado durante el gobierno de facto”.

¹⁵⁴ A. Dmitruk, entrevista, mayo 2019: “En los 90, de alguna forma, había que medir la actividad de los centros y la facturación era un instrumento disponible ya que INTI no había logrado construir indicadores de la actividad (...) La buena facturación indica que se trabaja y la penetración en el medio industrial. Esto es por la cantidad de empresas que aportan a la institución. No había penalidades por mala facturación”.

¹⁵⁵ A. Dmitruk, entrevista, 16 de mayo de 2019.

a la última dictadura¹⁵⁶ y que, en el actual marco, se encontraban trabajando en el nuevo centro de electrónica, portando consigo saberes propios de esta subdisciplina¹⁵⁷.

Esta expansión internacional de las redes estuvo asociada a dos estrategias: una sobre la capacitación en microelectrónica y otra sobre la generación explícita de contactos con científicos y tecnólogos internacionales que investigaran sobre sensores. En la primera de estas estrategias, Liliana Fraigi —una de las integrantes del CITEI— viaja a Inglaterra para capacitarse en el desarrollo y construcción de sensores¹⁵⁸ debido a la relación que aún persistía con David Schiffrin, el electroquímico que fue perseguido por la dictadura y en consecuencia se exilió en la Universidad de Southampton¹⁵⁹. Esta estadía les permitió retomar el desarrollo de los electrodos de los sensores, componente electrónico al que se dedicaban los electroquímicos del SEA. A partir de aquí, el CITEI empieza a formar un equipo de trabajo con capacidad para construir completamente un sensor con tecnología de película gruesa: tanto de su electrodo¹⁶⁰ como de su electrónica de control¹⁶¹.

La segunda estrategia tiene dos partes: por un lado, Daniel Lupi¹⁶² viajó a Europa ayudado por las redes alemanas —relacionadas con la metrología— con el objetivo de obtener contactos del ámbito de la microelectrónica europea, experiencia que resultó en la relación con el CMN de Barcelona y, en consecuencia, en la participación de la línea de financiamiento de

¹⁵⁶ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019: “Destruyeron al grupo. Daniel Lupi era un becario de ese grupo. Carlos Moina cuando entra como electroquímico, entra a ese grupo. Carlos y yo entramos en el 78. Pero a los electroquímicos creo que los rajan en el 76”. Fraigi relata que no ha trabajado directamente con Schiffrin en el INTI y que sin embargo perteneció a ese mismo grupo de I+D que luego les facilitaría un vínculo.

¹⁵⁷ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019: “Lo que se trasladó [al CITEI] fue lo que hacíamos nosotros que era instrumentación y control (...) Se nos reconocía como sensores, instrumentación y control (...) como ingenieros electrónicos éramos la primera etapa de la cadena de medición y control; éramos los sensores, la electrónica digital, hasta la microelectrónica”.

¹⁵⁸ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019: “Tenía claro que mi capacitación iba a ser en sensores, pero no sabía con qué tecnología. Vi la posibilidad de trabajar en micro sensores basados en silicio o en tecnología de película gruesa. Cuando vi la infraestructura que se necesitaba para una cosa u otra, la envergadura de insumos, me di cuenta que microelectrónica era maravillosa y deslumbrante pero no la veía para ser aplicada en Argentina, para ser volcada a la industria”.

¹⁵⁹ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019: “David Schiffrin viene de visita a la familia, el ex INTI que lo habían rajado, estaba en Southampton, una eminencia, reconocido internacionalmente. Carlos [Moina] le dice que tiene interés de hacer un pos doctorado y entonces él consigue que le den una beca. Yo consigo que el INTI me dé una licencia sin beca y con goce de sueldo. Con eso y con la beca de Carlos ya podíamos vivir. Fuimos un año y monedas con David Schiffrin. Carlos Moina había sido parte del Grupo de Schiffrin en INTI”.

¹⁶⁰ Para la construcción de los electrodos son necesarios saberes químicos y físicos sobre materiales que reaccionan a variables ambientales.

¹⁶¹ La electrónica de control es un conjunto de saberes propios de la ingeniería electrónica, tanto digital como analógica.

¹⁶² Tal como se mencionó en el segundo marco tecnológico, era quien estaba a cargo del área de instrumentación y control, área que en este momento pertenecía al CITEI y ya no al SEA.

la Unión Europea para atmósferas explosivas¹⁶³; por otro lado, Andrés Dmitruk se encontraba coordinando una de las redes del CYTED¹⁶⁴ y le ofreció a Liliana Fraigi hacerse cargo de la coordinación de la red de sensores iberoamericana¹⁶⁵. Previamente a la creación de esta red, también en el marco del programa CYTED, Fraigi coordinó un proyecto conjunto de I+D sobre microsensores para mediciones en medio ambiente que contribuyó a construirla¹⁶⁶. A partir de esta última experiencia se formuló el congreso iberoamericano de sensores para aplicaciones industriales llamado Ibersensor que continúa vigente hasta el momento de redacción de esta tesis y que tuvo su primer encuentro en la Universidad de La Habana en 1998¹⁶⁷ y su segundo, en el PTM del INTI en 2000.

Casi simultáneamente a la capacitación de Fraigi en Inglaterra, a fines de los años 80 y principios de los 90, Tevycom Fapeco¹⁶⁸ —una empresa local de comunicaciones— fundó Hibricon S.A. con el objetivo de desarrollar circuitos híbridos con tecnología de película gruesa, absorbiendo dentro de la organización a varios de los tecnólogos de CITEFA que dominaban la tecnología¹⁶⁹ y que habían formado parte del CENICE en INTI en los 70. La importancia de esta empresa radica en su vínculo con el CITEI puesto que fue parte de su

¹⁶³ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019: “De los contactos que había por toda la gente que viajaba a Alemania por metrología, que ahí viaja Daniel [Lupi], empezamos a hacer distintos contactos y a conocer gente. Y de ahí enganchamos un proyecto junto con la Unión Europea, con los españoles del CMN”.

¹⁶⁴ A. Dmitruk, conversaciones, mayo 2022: “Yo me hago cargo de la Red Temática de Calidad en Aplicaciones de la Microelectrónica a principios de los 90 y la formo a través de las vinculaciones que había realizado en el programa de Microelectrónica de la OEA y en actividades de la Escuela Brasileña Argentina de Informática (EBAI). La red temática funcionó dentro del subprograma de Microelectrónica dirigido por el Dr. Carlos Mammana, que era el Director del Centro de Tecnología Informática (CTI) de Campinas en Brasil, él es quien me propone. Nos habíamos conocido en actividades de la OEA, de la EBAI y con el CTI. Como spin off de la red temática se tienen vinculaciones con instituciones y con el Programa CYTED que resultan en nuevas redes temáticas donde participan otros del CITEI, entre ellos Liliana”.

¹⁶⁵ Red iberoamericana de tecnologías para el desarrollo de sensores y microsistemas (TESEO) iniciada formalmente en 2001. Esta estaba compuesta por representantes de Argentina, Brasil, Chile, Cuba, España, México, Perú, Portugal y Uruguay. Recuperado de https://www.cytmed.org/?q=es/detalle_proyecto&un=209

¹⁶⁶ Entre 1996 y 1998 se realizó el proyecto de microsensores de estado sólido para medio ambiente en el que también participaron representantes de Argentina, Brasil, Chile, Cuba, España, México, Perú, Portugal y Uruguay. Recuperado de https://www.cytmed.org/?q=es/detalle_proyecto&un=99

¹⁶⁷ Fraigi, L. y Lupi, D. (2001). Prefacio. En Ediciones INTI, *2nd IberoAmerican Conference on Sensors* (pp.5). San Martín, Argentina.

¹⁶⁸ A. Dmitruk, conversaciones, 16 de mayo de 2022: “En aquella época, el presidente de la empresa era a su vez presidente de CADIE y tenía relación con los tecnólogos del CITEI”.

¹⁶⁹ L. Fraigi, entrevista, 20 de mayo de 2019: “Cuando vuelvo [del viaje de capacitación] estaba CITEFA transfiriéndole la tecnología de película gruesa a Tevycom Fapeco con lo que se crea Hibricom (...) [Esta última] era una fábrica de hacer circuitos con esa tecnología (...) Toda la gente de CITEFA que eran investigadores se fueron a Hibricom”.

comité ejecutivo al ser socia promotora¹⁷⁰ del mismo y fue el espacio productivo real en donde se realizaron las primeras prácticas de desarrollo de sensores en base a película gruesa, generando conocimientos propios de la I+D en campo, es decir, en la fábrica.

Tal como se desarrolló en el capítulo 1, las publicaciones científicas comenzaron a ocupar un lugar importante para los tecnólogos —mientras que en la situación local las redes de conocimientos se iban deteriorando— ya que se volvían fundamentales en la construcción del crédito (Latour y Woolgar, 1979) necesario para vincularse con las redes internacionales, además de los acuerdos personales e interinstitucionales. Por ello, el objetivo de publicar *papers* en revistas y congresos europeos estaba guiado por la lógica de ampliar las redes¹⁷¹.

En el marco del análisis de los programas de la UE, Kreimer (2006:209) señala, aunque solo para los científicos, que existe una tensión entre la exigencia de la agenda internacional y la relevancia local de las investigaciones, que se subsana con el argumento perteneciente al modelo lineal de innovación¹⁷² el cual afirma que todo aporte al conocimiento es útil socialmente. Pero, con los tecnólogos del CITEI no sucedió una subordinación inmediata, tal como la plantea Kreimer para los científicos de la periferia, porque los tecnólogos resignificaron (Thomas y Buch, 2008:254) la agenda internacional forzándola para problemas industriales locales. No tuvieron por objetivo último la publicación de *papers* y la inserción científica internacional, sino que intentaron utilizar el financiamiento vinculado a problemas productivos reales. Esta lógica resultó en experiencias fallidas, como el banco de gases y su legislación asociada, y en experiencias exitosas, las que pudieron transferirse a industrias locales: tales como el sensor de nivel de gas automotor a CERECIL y el detector de gas en ambientes cerrados a Intelligent Gas, desarrollados en el primer capítulo.

Para finalizar este último marco tecnológico, se destaca la ampliación y el fortalecimiento de las redes vinculadas exclusivamente a los sensores, contrariamente a lo esperado en el contexto local en aquel momento. Esto fue posible debido a la estrategia que

¹⁷⁰ Según lo desarrollado en el capítulo 1, los centros de investigación se conformaban mediante un convenio entre, al menos, un interesado industrial y representantes del INTI.

¹⁷¹ L. Malatto, entrevista, 6 de junio de 2019: “En el 94 fue el primer congreso al que fuimos con Liliana en Francia, era EuroSensors. Ahí presentamos un trabajo que salió publicado en “Sensors and actuators”. Me acuerdo que Liliana contactó a Göpel que era uno de los organizadores del congreso, que ya tenía muchos años y trascendencia internacional como para iniciar el IberSensor a nivel Latinoamericano (...) me acuerdo que fue a hablarle y el tipo estaba super entusiasmado, nos apoyaba, porque le parecía bárbaro. De hecho, él vino después. Vinieron varios en el primer congreso que se hizo [en INTI] que fue en el 2000”.

¹⁷² Cabe recordar que, según este el modelo lineal, la generación de importantes stocks de conocimiento —básico o aplicado— devendría en una suerte de “derrame” en el mercado (de bienes o servicios), a través de un conjunto de innovaciones de las que pudieran hacer uso otros actores sociales. (Kreimer, 206:209)

desarrolló la UE para reclutar científicos y tecnólogos de la periferia y también gracias a la estrategia de España, Portugal y la OEA quienes querían y necesitaban demostrar un peso específico ante la UE en materia de CyT para así poder acceder al financiamiento de los Programas Marco. El programa CYTED también generó financiamiento propio, a través de los aportes de los países iberoamericanos, lo que favoreció la creación de nuevas redes internacionales que los tecnólogos del CITEI intentaron aprovechar. Sumado a lo abordado en el capítulo 1 —sobre las formas de pensar que los tecnólogos tuvieron para ordenar los elementos disponibles en sus situaciones con el objetivo de hacer electrónica en el país—, se generaron las redes que permitieron sostener la I+D en el CITEI durante este adverso marco para los organismos de CyT locales. Mediante ellas, los tecnólogos del CITEI lograron acceder a financiamiento con el objetivo de desarrollar sensores y transferir la tecnología de película gruesa a la industria local.

Reflexiones finales

A modo de inicio de las conclusiones, se retoma la pregunta central que inauguró la presente investigación: ¿cómo fue posible que se desarrollaran sensores con tecnología de película gruesa en los años 90, en un momento adverso para el desarrollo y la producción en un país periférico como Argentina? Este interrogante, que orienta toda la argumentación de esta tesina, se sustentó en dos inquietudes personales.

La primera de ellas, estuvo vinculada con mi trayectoria profesional. Por ejemplo, con los momentos en que trabajaba en el CMNB de INTI, cuando me llamaba la atención la multidisciplinariedad del área de desarrollo de sensores, donde confluían principalmente ingenieros electrónicos y licenciados en química. Allí era notable el diálogo entre las diversas disciplinas en pos del desarrollo de artefactos tecnológicos; a diferencia del área de automatización y control, en la que me desempeñaba, donde solo trabajaban ingenieros electrónicos. Estas observaciones me llevaron a reflexionar sobre la ciencia y la tecnología, y sobre sus conocimientos.

La segunda inquietud, surgió de hechos históricos del campo de la técnica que se me presentaban de forma inconexa y contradictoria respecto a la realidad del país, lo que propició la inclusión de una perspectiva histórica que pudiera interrelacionarlos. Por ejemplo, en los difíciles años 90 para la investigación tecnológica en Argentina, los tecnólogos del CITEI desarrollaron sensores con tecnología de película gruesa, en consonancia con la relevancia que estaban comenzando a adquirir en el proceso de industrialización global.

Las reflexiones sobre la relación entre la ciencia y la tecnología, junto a aquellos sucesos históricos extrañamente plausibles en ese momento de la Argentina, fueron las razones que me hicieron considerar a los sensores como artefactos en los que observar las dinámicas de construcción de conocimiento local en vínculo con el desarrollo tecnológico internacional.

Seguidamente, para responder este interrogante se planteó una doble estrategia: primeramente, se abordaron estos dispositivos con el objetivo de comprender su sentido de existencia; a quiénes los desarrollaron en el INTI en los años 90, teniendo en cuenta sus formas de pensar la tecnología; y la lógica institucional en la que se desempeñaron. Segundamente, se comprendió la situación en la que este artefacto y la tecnología de película gruesa fueron seleccionados, priorizando la conformación de redes —del tipo humano y no humano— y la acumulación de conocimiento en ellas, durante el período que va desde la década del 30 a la del 90.

En el primer capítulo, particularmente en su primer apartado, se planteó empezar a *abrir la caja negra* (Latour, 2001) del sensor, comenzando por explicar qué es y qué sentido tiene en la organización productiva global. Allí, desde la perspectiva del enfoque simétrico (Bloor, 2009), se valoraron los conocimientos ingenieriles involucrados en el desarrollo de sensores como indicios que aportan a la comprensión de lo social de estos artefactos. Si bien los relatos de los ingenieros parecen estar enfocados en el sensor como si este existiese “por sí mismo” —en ellos pareciera que estos solo pueden explicarse por su función y por su propia existencia material—; el análisis de sus discursos muestra que el sensor es social: producto de asociaciones entre humanos y no humanos, discursos y materialidades, de acuerdo con la perspectiva de Latour.

De dicho análisis, se concluyó que la acción (Latour, 2008) de los sensores consiste en traducir representaciones de la realidad, mediante categorías que construyen las ciencias naturales y las ingenierías (por ejemplo temperatura, composición del aire, etc.), a representaciones de datos electrónicos, que construyen las ciencias de datos y la informática; y, también, que esta traducción forma parte de los sistemas actuales de mediciones diseñados para precisar y automatizar procesos fabriles que contribuyen a articular un colectivo social (Latour, 2008) dedicado a la alta productividad de bienes y servicios a escala global. En este sentido, a través de los sensores se habilitan y se establecen relaciones (Latour, 2008) en las que se expresan intereses técnicos, políticos y económicos, y conflictos entre diferentes actores (Pinch y Bijker, 2008).

En el segundo apartado, se estudió la cultura tecnológica del CITEI en la que se exploraron los límites difusos entre la ciencia y la tecnología (Pinch y Bijker, 2008), cuestionando el carácter unidireccional que propone el modelo lineal de innovación. Se consideraron las concepciones técnico-políticas de químicos e ingenieros del CITEI sobre sus prácticas de investigación, y las explicaciones de cómo formulan y llevan adelante sus proyectos tecnológicos. Ambas confirmaron la inexistencia de una división tajante entre quienes producen conocimiento y quienes lo aplican, y la presencia de una negociación de los roles (Callon, 1980) en el proceso de investigación.

Respecto de las concepciones técnico-políticas sobre sus roles, los ingenieros expresaron que en su campo también se investiga y no solo se aplican conocimientos de laboratorio en fábricas. Con esta afirmación discutieron la división entre ingenieros y científicos al considerar que ambos están en igualdad de condiciones para producir conocimientos; lo que fue corroborado con el acceso a sus publicaciones y a información sobre

sus participaciones en la organización de congresos internacionales vinculados al desarrollo de sensores.

En el mismo sentido, desde el lado de los científicos del CITEI, se argumentó que la práctica científica es compatible con los problemas tecnológicos del desarrollo local. Es decir, se refirieron a que la producción de conocimiento y la innovación son procesos que pueden estar vinculados en un mismo proyecto tecnológico.

De esta manera, para el caso de este centro de INTI, las fronteras entre el “descubrir” y el “hacer” empiezan a borrarse porque tanto los ingenieros como los científicos básicos investigan, adaptan y producen conocimiento en el contexto de la aplicación tecnológica. Esto es, que la ingeniería se mueve dentro del campo del “descubrimiento” y la ciencia básica se vincula directamente con la aplicación tecnológica; sin que ello implique, para esta última, aislarse del sistema científico internacional.

Para profundizar cómo los ingenieros y los químicos formulan y llevan adelante sus proyectos tecnológicos —es decir, cómo los negocian en la práctica—, cabe recordar que la manera en que CITEI se estructuró, influyó en la negociación de sus roles. Los primeros fueron los referentes del lugar a causa de que formaron el centro de electrónica, y no debido a una relación natural entre la ciencia y la tecnología. Entonces, en su rol de investigadores de la tecnología, los ingenieros definieron agendas prioritarias de investigación para el CITEI, orientados por la categoría nativa de *nicho tecnológico*. Con esta herramienta metodológica —que representa una estrategia y una oportunidad de desarrollo respecto de los países industrializados— buscaron, evaluaron y seleccionaron las tecnologías que consideraron aplicables en las PyMEs nacionales, tratando de hacer coincidir las tendencias globales del desarrollo de la electrónica con las posibilidades locales de la industria argentina. Esta herramienta les permitió, particularmente en los años 90, suplantar el vacío político tecnológico y elegir diferentes tecnologías, entre ellas los sensores a base de película gruesa. También dicha selección de tecnología estuvo relacionada con la misión institucional, lo que da cuenta de una imbricación entre lo político y lo tecnológico.

Por su parte, los científicos químicos, también en su rol de investigadores de la tecnología, definieron una agenda de investigación en el centro de electrónica, acordando con los ingenieros, y produjeron conocimiento ligado a la aplicación. De este modo, científicos e ingenieros se repartieron entre sí las tecnologías para estudiar, siendo los sensores la aplicación tecnológica articuladora. Además, los químicos discutieron este acuerdo, que tenían con los ingenieros, junto a otros científicos básicos, con el objetivo de construir temas de investigación en los que confluyeran sus intereses tecnológicos y los de la agenda científica internacional.

Si bien tanto científicos como ingenieros investigan, el énfasis que pone cada uno es distinto. Los ingenieros se centraron en la funcionalidad del dispositivo mientras que los químicos en la estandarización de sus técnicas constructivas. Los primeros pensaron en investigar para resolver problemas definidos desde el diálogo entre la situación de desarrollo internacional y la industria local, mientras que los segundos pensaron en las herramientas que construirían la aplicación tecnológica. Comprender la perspectiva de cada disciplina sobre la tecnología habilita el entendimiento del lugar desde el que cada uno investiga.

En conclusión, de este apartado, INTI, en tanto que organismo dedicado a la industrialización nacional, representa un contexto periférico que logró influir en la orientación de la agenda de investigación de ingenieros y químicos. En el CITEI pudo observarse la generación de una cultura tecnológica híbrida —siguiendo la perspectiva de Pinch y Bijker— en donde ambos actores compartieron el campo de la tecnología. Tanto químicos como ingenieros negociaron sus roles mediante la distribución de las técnicas y de las tecnologías de las que se encargaría cada uno, sin que ello implicara una división entre quienes investigan y quienes hacen. También, ambos adaptaron conocimientos internacionales al medio local en función de lo que determinaron como problema a resolver, definido desde una posición política que buscó favorecer a las PyMEs. Así, en el CITEI, la división tradicional entre ciencia y tecnología que propone el modelo lineal de innovación se fue diluyendo. De manera que, para la perspectiva de esta tesina, los ingenieros y científicos básicos son considerados tecnólogos.

En el tercer apartado se retomaron las discusiones en torno a un corpus de textos del PLACTED (Sábato, 2011), en los que se connota una postura política en relación con la ciencia, similar a la de los tecnólogos, según la cual se debe enmarcar a la ciencia dentro de un plan de desarrollo industrial nacional. Particularmente, de estos textos se utilizó el concepto de *triángulo de Sábato* (Sábato y Botana, 1970) —en vínculo con la idea de nicho tecnológico— para explicar un relevante esquema de pensamiento sobre la I+D de los tecnólogos.

En su práctica político-tecnológica, los tecnólogos intentaron reproducir este impreciso esquema, poniendo en interacción los elementos que tenían disponibles en la periferia. Siguiendo esta lógica, generaron situaciones para el desarrollo local de sensores, algunas veces con éxito y otras sin él, pero que siempre devinieron en aprendizajes útiles para sus labores.

Para el caso del CITEI, los pasos para el armado del triángulo se dieron, generalmente, del siguiente modo: los tecnólogos elaboraron el vértice de la infraestructura científico y tecnológica en la que estuvo presente la idea de crédito científico (Latour y Woolgar, 1995) para acceder a recursos materiales y financieros. Ellos fueron generando una legitimidad fundada en saberes y capacidades técnicas (aprehendidas durante la exploración de la

tecnología), en publicaciones, y en los servicios y las transferencias tecnológicas prestadas a la industria; lo que les permitió acceder a los políticos profesionales y a los subsidios locales e internacionales. En otras palabras, los tecnólogos fueron construyendo su propio espacio material y de conocimiento que los sostenía como actores técnicos de peso ante la industria y la política.

Seguidamente, los tecnólogos construyeron el vértice de la política tecnológica, expresando su pensamiento político respecto de la electrónica en el país, que consistía en que el Estado debía invertir en el desarrollo y en que el CITEI debía tener como objetivo central la formulación de una política tecnológica para la electrónica.

Los años 90 comenzaron con una fuerte impronta “anti-desarrollista” y con el abandono de políticas nacionales de I+D. Dentro de esa situación, los tecnólogos intentaron construir una política de alcance nacional para los sensores construidos con tecnología de película gruesa, con el objetivo de ocupar ese vacío con las herramientas que tenían disponibles y mediante tres estrategias político-técnicas. En la primera, ofrecieron nuevos servicios industriales a partir de los conocimientos en sensores y en película gruesa que ya tenían en desarrollo. En la segunda, lograron acceder a financiamiento de la UE para el desarrollo de sensores de gases. En la tercera, intentaron, sin éxito, generar legislación que promoviera la certificación de sensores a nivel nacional. En suma, para sostener la investigación en este contexto de retracción del INTI, los tecnólogos impulsaron una política tecnológica que estuvo constituida por la selección de la tecnología, por un importante financiamiento, sumado a un intento de reglamentación por ley.

En el tercer vértice, el correspondiente al sector productivo, es donde los tecnólogos intentaron concretar su práctica de innovación y desarrollo. Aquí trabajaron con empresas que cumplían, o al menos se acercaban, a estas premisas: que sean industriales, que hagan desarrollo y que sean PyMEs. Para este vértice se relataron diferentes experiencias de transferencia tecnológica que completaron el triángulo, de las cuales algunas fueron exitosas y otras no. Sin embargo, todas fueron fructíferas respecto del aprendizaje técnico, desde distintos aspectos: por haber entrado en contacto por primera vez con una línea de producción real que utilizaba la tecnología de película gruesa; por haber experimentado las implicancias de las condiciones de desarrollo para una aplicación real de mercado o por haber aprendido a dialogar con culturas industriales que no tenían incorporadas metodologías de trabajo que respetaran la rigurosidad de la calidad productiva.

En síntesis, el triángulo de Sábato es una herramienta teórica muy general con la que todos los tecnólogos del CITEI actuaron envueltos en una cultura político-tecnológica.

Mientras que algunos lograron identificar sus prácticas con la teoría, otros no la conocían, pero razonaban y se movían de forma parecida a lo propuesto por el triángulo. Su armado resulta en una configuración inestable de actores, conocimientos y recursos materiales en el contexto de proyectos tecnológicos puntuales. Que sea inestable significa que se desarticula ante la finalización, interrupción o mutación de cada desarrollo. Independientemente de los resultados de dicho armado, siempre devienen en aprendizajes, artefactos, nuevos lazos, nueva infraestructura, que serán una base para que los tecnólogos puedan intentar rearmar otro triángulo, que inaugurará una nueva situación de desarrollo.

En el cuarto y último apartado del primer capítulo se abordaron los aspectos institucionales del INTI, desde la perspectiva del análisis de la organización; con ello se hizo visible el inter-juego de las prácticas formales —contempladas en la ley de creación del INTI— con las informales —orientada por el triángulo de Sábato y el nicho tecnológico—, que devinieron en la fundación del CITEI. Se explicó que en los años 80 la estructura legal-administrativa del INTI se relacionó con la praxis técnica y política informal de los tecnólogos electrónicos del Parque Tecnológico Migueletes (PTM).

Se consideraron dos niveles de análisis para pensar ese inter-juego entre lo formal e informal. Primeramente, se tomaron los conceptos generales de política científica implícita y explícita (Herrera, 1973) para analizar la creación del INTI, inaugurada con el Decreto/Ley 17 138, como resultado de la formalización de la producción de conocimiento tecnológico durante el proceso de industrialización por sustitución de importaciones. Segundamente, se incorporó la propuesta de Oszlak (1984) sobre descender en el nivel de análisis para visualizar prácticas no contenidas en la ley. El autor señala que el marco normativo del INTI es difuso y contiene ambigüedades, y da cuenta de que la institución no tiene definida una política estratégica respecto a qué centros de investigación debe fomentar o priorizar para fortalecer o generar determinadas ramas de actividad industrial. Además, en esta línea de pensamiento, se detectó que la ley no explicita el rol que deben ocupar los tecnólogos.

Se investigó que las prácticas informales de los tecnólogos estuvieron vinculadas al *boom* informático internacional, en el que el gobierno de Alfonsín intentó formular una política informática —que no contempló la fundación de un centro de electrónica en el INTI—, que incluyó un capítulo de la electrónica en el que participaron varios tecnólogos del PTM. A partir de esta experiencia, ellos junto a funcionarios de la SECyT y de la Secretaría de Industria informalmente seleccionaron y estimularon a diversas PyMEs para que “soliciten” al organismo la creación de un centro de electrónica con el objetivo de cumplir las formas legales de la ley de INTI. Además, al interior de la institución también fue construido un tejido político

con el fin de que sostuviera técnicamente dicha demanda, integrando todos los departamentos y sectores electrónicos del PTM.

En síntesis, se propuso que la idea de Oszlak sobre la vaguedad del diseño institucional, que abrió un espacio para múltiples interpretaciones, fue uno de los hechos, junto con las acciones de los tecnólogos, que dieron origen al CITEI. Ellos, en diálogo con la formalidad de la ley —en la que se establece que el sector productivo debe solicitarle al INTI un centro de investigación particular—, realizaron un conjunto de acciones guiadas por el triángulo de Sábato y el nicho tecnológico, que eran necesarias pero no un requisito para la fundación del centro de electrónica en el PTM.

En el segundo capítulo se explicó el cambio tecnológico en relación con el desarrollo electrónico para comprender el devenir de los saberes y de las redes de conocimiento involucrados en el CITEI en los años 90, lo que hizo visible la situación en que se inscribieron los sensores. Se tomó la noción de marco tecnológico, sugerida por Bruun y Hukkinen (2008), y se la precisó en cuatro conductores (o dimensiones) de análisis: la situación internacional, la local nacional y la local de INTI, y la de las redes.

Se definió al cambio tecnológico como un proceso en el cual las distintas situaciones influyen sobre el pasaje de un marco tecnológico hacia otro, pero no lo determinan individualmente. Lo cual significa que el desarrollo de los sensores con tecnología de película gruesa no se explica solo por un único factor (por las redes que se inscriben en él, por los saberes en torno a él, por la voluntad política de desarrollarlos o por el devenir de la trayectoria de los conocimientos implicados), sino que este puede ser entendido en el modo inestable y frágil en que se articulan los conductores en un momento histórico determinado, es decir, en un marco tecnológico.

Concretamente, en este capítulo se reconstruyó y analizó, desde una mirada socio-histórica, la trayectoria de los conocimientos en electrónica —que devinieron en el CITEI y en el desarrollo de sensores—, considerando una sucesión cronológica de cinco marcos tecnológicos. Sin los antecedentes históricos —tales como las políticas locales, la situación de la industria electrónica, la acumulación de conocimientos, la adquisición de instrumentos de investigación, la construcción de edificios y laboratorios, las experiencias de aprendizaje locales e internacionales— hubiera sido impensado la I+D en electrónica en el país.

En el análisis del primer marco tecnológico se propusieron las condiciones iniciales de la situación de la I+D en electrónica en Argentina cuando se empezaron a conformar las prácticas y las lógicas de la cultura del tecnólogo. En el contexto del primer período de la ISI,

los departamentos de ingeniería de las empresas locales —de productos electrónicos de consumo masivo— se fueron transformando en departamentos de I+D. En estos espacios se desarrollaron las carreras profesionales de los ingenieros, los que tuvieron como misión sustituir radios, equipos de comunicaciones y de TV ante el aislamiento del mercado internacional.

Debido a la falta de políticas estatales de I+D, hubo una sinergia entre las empresas que discutían aspectos del conocimiento electrónico —además de las cuestiones de mercado—, lo que permitió la fabricación de algunos dispositivos sustitutos de los que ya no se podían importar. Pero esa dinámica empresarial también estuvo asociada a otros actores relevantes (Pinch y Bijker, 2008). Por ejemplo: aunque el Estado no planificara el desarrollo industrial local, sí intervino en el ámbito educativo de la universidad pública donde los incipientes tecnólogos daban clases, aportando la lógica de la I+D y generando un “ida y vuelta” de saberes entre el sector público y el privado. También, se resaltó al conjunto de los radioyentes como al actor que demandó la tecnología en el contexto de la amplia difusión de este sistema de comunicación que existía en aquellos años.

En síntesis, esta heterogénea red local, que se encontraba aislada del mercado internacional, contaba con ingenieros con las capacidades técnicas necesarias, con demandantes y productores de la tecnología y con un Estado que participaba a través de las universidades. Esta configuración favoreció una práctica de la investigación y del desarrollo de la creatividad en pos de sustituir artefactos electrónicos vinculados al consumo masivo, por ejemplo las radios. Así, por aquellos momentos se logró dominar la complejidad tecnológica del sector en la periferia productiva donde se conformaron algunas de las lógicas de la cultura del tecnólogo.

El segundo marco se inauguró con una coyuntura política internacional marcada por la guerra fría y la reconstrucción de los mercados internos de los países que habían participado de la segunda guerra mundial. En este contexto de tensión política y expansión económica, la electrónica produjo las principales innovaciones a nivel mundial, particularmente favoreció el desarrollo de la maquinaria bélica y la automatización de procesos industriales para masificar productos de consumo doméstico. La invención del transistor fue un punto de quiebre tecnológico que modificó el paradigma (Dosi, 1982) electrónico, originando un pujante proceso de desarrollo que abarcó desde la miniaturización de artefactos —tales como los televisores, radios y relojes—, hasta la invención de potentes máquinas de cálculo que luego devendrían en la informática moderna. En suma, este abría posibilidades de desarrollo inéditas en aquellas

industrias con capacidad para construir los nuevos componentes y diseñar artefactos en base a ellos.

En este período, tanto en el peronismo como en el desarrollismo, el Estado nacional formuló políticas con el objetivo de organizar el desarrollo industrial, que estaba en marcha desde los 30 (lo que en el primer capítulo se pensó como la explicitación de la política tecnológica). No obstante, en ninguno de estos dos períodos de la ISI se generó una política tecnológica que concibiera a la electrónica como estratégica para el desarrollo de la industria en alguna de sus ramas de actividad. Sin embargo, la cámara que agrupaba a las empresas electrónicas conseguía beneficios y protecciones en segmentos clave (Nochteff, 1984), lo que mantenía a las empresas electrónicas protegidas de la competencia internacional, las que además accedían rápidamente a la nueva tecnología. Desde su nacimiento parecía que la electrónica en Argentina se hacía sola.

Como consecuencia de la explicitación del proceso tecnológico-industrial, se creó el INTI. Una institución a la que, a partir de este período, se la planteó como un nuevo conductor local de la electrónica, debido a la agencia que le otorgó su diseño institucional. Esta podía generar —con cierta autonomía— asociaciones público-privadas (centros de investigación), gobernarse con autarquía y redefinir sus objetivos, según la coyuntura nacional, a causa de la ambigüedad plasmada en su Decreto-Ley. La electrónica, en sus inicios, jugó un rol secundario o de apoyo a otras ramas industriales, al igual que a nivel nacional.

Las redes electrónicas que comenzaban a formarse en INTI tuvieron una continuidad con la cultura del tecnólogo que venía gestándose entre el sector privado y las universidades. Varios de los electrónicos del departamento de Física y del SEA se formaron en los mismos claustros de la UBA en donde los ingenieros —que sustituyeron las radios, equipos de comunicaciones, TV— daban clases y, para ese entonces, ya dominaban la tecnología del transistor. Además, los electrónicos de Física fueron generando contactos internacionales a través de convenios entre la institución y organismos de países centrales, de los que obtuvieron formación y equipamiento de alta tecnología para seguir aprendiendo en las adaptaciones locales. Por su parte, los electrónicos del SEA fueron incorporando conocimiento electrónico en relación a los sensores para la industria siderúrgica en un diálogo multidisciplinario entre químicos y electrónicos alrededor de artefactos de sensado, los que fueron pensados, desarrollados y puestos en práctica en procesos productivos reales. Todos estos actores tenían en común que estaban aprendiendo, elaborando y acumulando conocimiento electrónico que les permitiría un vínculo entre sí.

En resumidas cuentas, en este segundo marco se realizó un seguimiento de la transformación de las redes de conocimiento electrónico. Parte de la red naciente en el marco anterior logró expandirse hasta un organismo del Estado. Se trataba del INTI: una institución de alcance nacional, precisamente creada para mejorar los estándares tecnológicos de la industria pesada en un momento de crecimiento del desarrollo electrónico a nivel internacional, debido a la segunda posguerra mundial y a la continuidad de una guerra fría. Este instituto es relevante para esta investigación por su capacidad de agencia sobre el sector productivo. Allí ingenieros, que a grandes rasgos compartían la cultura del tecnólogo, generaron departamentos para el desarrollo electrónico. Unos estaban más vinculados a redes de metrología, otros a las de sensores. Todos fueron profundizando sus saberes y adquiriendo equipamiento, los primeros mediante convenios internacionales con los principales centros de conocimiento del mundo; y los segundos volcados a la siderurgia, favorecidos por la promoción industrial nacional y por la situación de aislamiento de la industria electrónica local.

El tercer marco transcurre principalmente en la década del 70, cuando la situación de la electrónica se vio modificada por la nueva organización internacional de la producción, que implicó que las grandes empresas deslocalizaran estratégicamente sus fábricas para superar la crisis del Estado de Bienestar de los países centrales. La nueva organización demandó una precisa coordinación productiva y administrativa que impulsó el desarrollo de la informática.

A nivel local, este cambio internacional se expresó políticamente a través de la dictadura cívico-militar argentina. A diferencia de Europa y EEUU, la dictadura desalentó el desarrollo industrial mediante dos estrategias que desarticulaban la ISI. La primera fue una apertura económica que promovió implícitamente la transformación de las empresas electrónicas en subsidiarias de las transnacionales que se estaban deslocalizando, y la eliminación de sus departamentos de I+D. La segunda fue la persecución política, la desaparición, el exilio o el encarcelamiento de tecnólogos y empresarios vinculados al desarrollo productivo nacional, como herramienta para la destrucción de las condiciones productivas locales hasta aquí articuladas.

Se destacó que las consecuencias del gobierno de facto en el INTI no fueron idénticas a las que acontecieron en el sector productivo. En el organismo, el terror y la persecución política fueron el sello distintivo sobre sus actores humanos, lo que provocó el desmantelamiento de algunos de sus centros de investigación en electrónica previos al CITEI. No obstante, se registraron continuidades en relación a la electrónica. De estas se identificó que una de las conducciones del INTI por aquel entonces, la de la Marina, tenía algunas posiciones políticas productivistas y nacionalistas. Por ejemplo, apoyó el proyecto del CENICE que, entre

otras cosas, consistió en construir un edificio pensado para laboratorios de electrónica —en el cual se establecería el CITEI en los años 80— y, también, en el primer acercamiento a la tecnología de “película gruesa” en INTI, con la que se desarrollarían los sensores en los años 90.

Respecto a las redes, los efectos que resultaron de la globalidad de este marco tecnológico sobre la trayectoria de la electrónica y de los sensores en INTI fueron disímiles. En algunos casos, las redes fueron disueltas, clandestinizadas o reconvertidas, cambiando la dinámica de la I+D en el PTM, y en otros, ampliadas como efecto no deseado por la dictadura en el devenir electrónico.

En primer lugar, cabe destacar que la intervención del SEA trajo aparejado dos consecuencias. Por un lado, tal situación retrajo la red de los sensores respecto de la industria local puesto que se desarmaron los vínculos con SOMISA al perseguir a los tecnólogos del sector; pero, por otro lado, esta se expandió internacionalmente ya que uno de los electroquímicos se insertó en el sistema científico inglés. Los electrónicos que quedaron en INTI mantendrían contacto con él y a fines de los años 80 este sería una pieza clave para el dominio de la tecnología de película gruesa aplicada a sensores.

En segundo lugar y en el mismo contexto de tensión, los tecnólogos electrónicos del Departamento de Física profundizaron sus lazos con los ingenieros alemanes —iniciados durante el convenio con el PTB en los años 60— mediante un acuerdo de cooperación que significó un hecho clave en su aprendizaje sobre la disciplina y sobre el sector productivo. Este conocimiento les permitiría generar vínculos con algunas empresas que formarían parte de la fundación del CITEI y desarrollar estrategias de abordaje hacia las mismas durante los años 80.

En suma, la dictadura cívico-militar fue destructiva y paralizante para la electrónica porque intentó convertir a la industria local en subsidiaria de las empresas que se estaban deslocalizando globalmente. Sin embargo, a nivel del INTI, se hicieron visibles elementos propios de este período que contribuyeron con su continuidad. Por ejemplo: el intento del gobierno de facto de eliminar una parte de las redes electrónicas modificó su dinámica y el vínculo entre los actores, pero sin lograr destruirlas. Además, la fracción nacionalista de La Marina que estaba a cargo del INTI creó un centro de investigaciones electrónicas para aplicación militar que fracasó. La modificación de los vínculos mencionados, de los nuevos aprendizajes y de los elementos materiales que quedaron de este período fueron resignificados en el retorno a la democracia, constituyendo una continuidad en la trayectoria de la electrónica y de los sensores.

De este modo se inaugura el cuarto marco tecnológico que abarca la primera etapa de la presidencia de Alfonsín. En este momento, se intentaron reestablecer las políticas industrialistas de la ISI que fracasaron rápidamente debido a que el contexto internacional y local eran diferentes. Además, por primera vez, se implementó parcialmente una política informática que involucró a la electrónica, lo que habilitó la fundación del CITEI sin que este fuera parte de ella.

Los funcionarios de aquel entonces advirtieron que la retracción industrial de la electrónica, heredada de la dictadura cívico-militar, corría riesgo de agudizarse ante la presión que generaba la creciente presencia internacional de la informática sobre las importaciones. El gobierno formuló una novedosa política, a través de una normativa (principalmente la resolución 44/85) que unificó criterios tecnológicos y productivos para asignar beneficios fiscales y financieros a las empresas, con el fin de revertir esta situación. A su vez, dicha normativa tendió a eliminar los privilegios a las grandes empresas con el objetivo de generar actores nacionales con capacidad tecnológica e industrial (Azpiazu, Basualdo y Nochteff, 1990) en el sector informático y electrónico. Entonces, el contexto que se configuró —a partir de la efervescencia internacional de la tecnología y de las políticas locales para el desarrollo de una industria de la informática— fue favorable para que, también en el INTI, se instrumentaran cambios vinculados a la trayectoria de la electrónica a nivel local.

En este sentido, se concluyó que la agencia del INTI fue la que le permitió estabilizar (Latour, 2008) hacia su interior los cambios que se estaban gestando —tanto en el nivel internacional y el local como en el de las redes de conocimiento sobre la informática— en un centro de I+D dedicado a la electrónica, aunque este no fuera contemplado en la política nacional. Se explicó dicha agencia a través del diseño institucional del INTI, del cual se resaltó: su facultad de crear centros de investigación por rama de actividad o disciplina que posibilitó pensar en uno para la electrónica; su autarquía que habilitó la decisión político-institucional de fundarlo; y las ambigüedades de sus objetivos específicos (Oszlak, 1984) que dieron lugar a validar a esta disciplina como centro de investigación necesario en un momento en que la electrónica y la informática eran la principal actividad productiva en el mundo.

A diferencia de lo sucedido en el marco tecnológico de la dictadura, este fue un tiempo de reconstrucción y rearticulación de las redes a nivel nacional y del INTI, las que se encontraban dispersas a causa de la persecución política. Esta rearticulación fue posible debido a dos cuestiones en particular: tanto por la expertise técnica como por la cercanía interpersonal que existía en la red de tecnólogos. Dentro de esta lógica, la Secretaría de Industria convocó a los tecnólogos del INTI a participar en el diseño de las convocatorias para la Resolución 44/85.

A partir de allí, estos últimos generaron nuevos vínculos con empresarios PyMEs del sector electrónico; que luego, en 1986, fueron quienes demandaron la creación del CITEI al INTI, tal como estipula el marco legal para la creación de centros.

Respecto de la rearticulación al interior del INTI, durante el proceso de creación del CITEI sucedió una integración de los diferentes grupos de electrónicos del PTM, algunos dedicados a los sensores y otros a los dispositivos para metrología. Esto generó un diálogo general sobre los saberes de la electrónica por sobre los artefactos a los que cada grupo se dedicaba específicamente; a diferencia de lo propuesto por Pinch y Bijker (2008) para el concepto de marco tecnológico (donde este se conforma solo con diversos actores en torno a artefactos puntuales). El CITEI fue un espacio en el que se tendió a la articulación de los interesados en la electrónica como disciplina en sí misma, en una asociación compuesta por tecnólogos que diseñaban diversos artefactos y empresarios locales en el INTI.

Además del diálogo político-técnico en torno a la electrónica, se destacó la influencia de lo material en la integración de los diferentes grupos al interior del INTI. Esta también fue favorecida por la existencia del edificio 42 que se había construido en el marco tecnológico precedente, durante la corta existencia del CENICE, y que contaba con la infraestructura necesaria para albergar a los electrónicos de Física, a los electrónicos de lo que quedaba del Sector de Electroquímica Aplicada y a todo el equipamiento que estos habían acumulado a lo largo de los años.

En definitiva, en el CITEI se condensaron una multiplicidad de saberes y vínculos a través de un sencillo mecanismo legal que no reflejó la complejidad de la situación en la que se fundó el centro. Es decir, la solicitud de creación de un centro de electrónica al INTI realizada por un grupo de aproximadamente 30 PyMEs, fue la formalización (o un nivel más desagregado de explicitación) de un proceso internacional y local en el que se conformaron redes de actores humanos y no humanos involucrados con la electrónica. En estas se sostuvieron los saberes de la electrónica y de los sensores, las que facilitaron la formulación de la política informática y la creación del CITEI en 1986.

Se señaló al año 1987 como el momento de inauguración de un nuevo marco tecnológico (el último abordado en esta investigación), que se desarrolló principalmente durante la década del 90; en una nueva situación de destrucción de la industria local en la que se retomaron las políticas económicas aperturistas, momento en el que los tecnólogos tuvieron que desarrollar estrategias para mantener la estabilización de la investigación electrónica al interior del INTI.

Para explicar la construcción de los sensores en momentos adversos para la ciencia y la tecnología en Argentina, en esta tesina se propusieron los siguientes elementos: el devenir de los saberes electrónicos, sostenidos por redes vinculadas a estos, y las formas de pensar el desarrollo —conceptualizadas en el capítulo 1 desde el triángulo de Sábato y el nicho tecnológico— por las cuales los tecnólogos organizaron a los actores que mantuvieron activa a la rama de I+D del CITEI.

Asimismo, para este marco se destacó que la existencia del CITEI, como política tecnológica explicitada, permitió a los tecnólogos contar con un ámbito institucional de decisión, que tuvo un poder de influenciar sobre la trayectoria de la electrónica en el país y una relativa autonomía del gobierno central del INTI.

En un INTI en el que el principal indicador de actividad institucional se medía por la facturación de los centros por sobre la transferencia tecnológica, se detalló que los tecnólogos, para poder sostener la I+D, creativamente decidieron combinar la prestación de servicios a la industria con la investigación de sensores. Se vinculó su accionar a dos estrategias de ampliación de las redes internacionales: una sobre la capacitación en microelectrónica y otra sobre la generación explícita de contactos con científicos y tecnólogos internacionales que investigaban sobre sensores. La primera mediante la relación que aún existía con uno de los exiliados de la dictadura —lo que permitió fortalecer los conocimientos para construir la parte electroquímica de los sensores—, y la segunda, ampliando las redes, lo que se puede desglosar en tres modos de accionar. En primer lugar, hicieron uso de las redes que se habían conformado con el convenio de metrología para contactar investigadores europeos que desarrollaban sensores; en segundo lugar promovieron la formulación de las primeras redes iberoamericanas de sensores mediante el programa CYTED; en tercer lugar, realizaron publicaciones científicas ya que eran fundamentales para la construcción del crédito (Latour y Woolgar, 1979) necesario para vincularse con las redes internacionales, además de los acuerdos personales o interinstitucionales. Con todo esto se aseguraban aprendizaje y acceso a equipamiento y financiamiento.

Sin embargo, se aclaró que los tecnólogos no tuvieron por objetivo último la publicación de *papers* ni la inserción científica internacional, sino que querían obtener financiamiento y utilizarlo en problemas industriales locales, resignificando (Thomas y Buch, 2008:254) así la agenda internacional de investigación. Esta lógica resultó en experiencias fallidas: como las primeras prácticas de desarrollo de sensores en base a película gruesa en la fábrica de Hibricon S.A, y como el banco de gases y su legislación asociada; y en experiencias

exitosas, como las desarrolladas en la presente tesina. Igualmente, la totalidad de estas experiencias generaron nuevos conocimientos y aprendizaje en los tecnólogos del CITEI.

Se destacó que la ampliación y el fortalecimiento de las redes vinculadas exclusivamente a los sensores, contrariamente a lo que estaba sucediendo en el contexto local en el que volvían a deteriorarse las redes de conocimientos, fue posible debido a la estrategia que desarrolló la UE, para reclutar científicos y tecnólogos de la periferia a través de los Programas Marco; y también gracias a la estrategia de España, Portugal y la OEA, quienes querían y necesitaban demostrar un peso específico ante la UE para que también sus instituciones accedieran al financiamiento de los Programas Marco. A esto lo lograron creando redes iberoamericanas de conocimiento y financiamiento compartido mediante el programa CYTED, al que los tecnólogos del CITEI aprovecharon y aportaron.

En síntesis, durante este marco adverso para los organismos de CyT locales, se fortalecieron las redes internacionales, en las que participaron los tecnólogos, que permitieron sostener la I+D en el CITEI del INTI. Mediante ellas, el CITEI accedió a financiamiento con el objetivo de desarrollar sensores y adaptar la tecnología de película gruesa a la industria local.

En conclusión de la presente investigación, en la década del 90, los tecnólogos del CITEI pensaron, mediante la idea del nicho tecnológico, en la selección de una tecnología —madura o de la frontera del conocimiento— fácilmente adaptable al medio local, que resultó ser la ya conocida tecnología de película gruesa. La aplicaron al desarrollo de sensores: unos de los principales articuladores de relaciones productivas en ese momento del capitalismo de producción descentralizada. Además, fueron los tecnólogos quienes ordenaron aquellos elementos necesarios para completar el triángulo de Sábato, los que se habían acumulado durante años y que en esta tesina fueron reconstruidos a través del devenir de las redes, tales como: contactos, elementos materiales y conocimientos sobre los sensores. Mediante el intento de cumplir con los preceptos teóricos de esta herramienta, promovieron prácticas formales —que estaban plasmadas explícitamente en leyes y en decretos—, y realizaron prácticas informales que se correspondían implícitamente con sus modos nacionalistas de pensar el desarrollo tecnológico. Estos conceptos, tanto el de nicho tecnológico como el del triángulo de Sábato, puestos en práctica generaron situaciones de desarrollo que pueden ser comprendidas en una cultura tecnológica.

Se vio mediante una reconstrucción histórica que la voluntad y la práctica tecnológica de estos ingenieros del CITEI —plasmada en el desarrollado de los sensores de película gruesa en los 90— estaban inmersas en un mundo de relaciones junto a otros influyentes actores sobre la tecnología. Por tanto, la reconstrucción realizada sobre la trayectoria de estos conocimientos

explicó la inestabilidad de las situaciones de desarrollo que se iban generando con el esquema del triángulo. De acuerdo a la trayectoria trazada, las primeras redes de relaciones de electrónica —entre empresarios, tecnólogos, políticos y demandantes de tecnología— ya se habían iniciado en los años 30 con la caída del comercio internacional; luego, durante el período de la ISI, en el que se explicita el proceso tecnológico con la creación del INTI, las redes locales de electrónica tuvieron un auge de expansión. Ya en la década del 70, en el período de la deslocalización productiva internacional, las redes locales son desarticuladas y como consecuencia no esperada de la acción militar se expanden internacionalmente. Cuando se arribó a la década del 80 se explicó que las redes locales se rearticularon en torno a la primera política industrial de informática, que dio origen al CITEI. Esta situación las dejó mejor consolidadas y colaboró en los años 90, junto a la nueva expansión internacional de las redes, para que se pudiera armar el triángulo de Sábato de los sensores con tecnología de película gruesa, a pesar de la retracción de las redes locales.

Bibliografía

250 despidos en INTI: Trabajadores cortaron General Paz y definen plan de lucha. (26 de enero de 2018). *Asociación de Trabajadores del Estado: Nacionales*. Recuperado de <https://ate.org.ar/250-despidos-en-inti-trabajadores-cortaron-general-paz-y-definen-plan-de-lucha/>

Alberti, S., Steinberg, P., Giménez, G., Amenitsch, H., Ybarra, G., Azzaroni, O., Angelome, P. y Soler-Illia, G. (2019). Chemical Stability of Mesoporous Oxide Thin Film Electrodes under Electrochemical Cycling: from Dissolution to Stabilization. *Langmuir*, 35, 6279–6287. DOI: 10.1021/acs.langmuir.9b00224

Arredondo, A. (1 de febrero de 2018). Atentan contra la continuidad de líneas de trabajo estratégicas. *Página 12: El país*. Recuperado de <https://www.pagina12.com.ar/92755-atentan-contra-la-continuidad-de-lineas-de-trabajo-estrategi>

Azpiazu D., Basualdo E. y Nochteff H. (1990). *Política industrial y desarrollo reciente de la informática en Argentina*. Documento de trabajo nro. 34 (LC/BUE/L.116). Buenos Aires, Argentina: CEPAL. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/9121/1/LCbueL116_es.pdf

Bloor, D. (2009). *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.

Bruun, H. y Hukkinen, J. (2008). Cruzando fronteras: un diálogo entre tres formas de comprender el cambio tecnológico. En H. Thomas y A. Buch (Eds.), *Actos, actores y artefactos* (pp. 185-216). Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Bunge, M. (2011) [1975]. Filosofía de la investigación científica de los países en desarrollo. En J. Sábato, *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. (pp. 75-85). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Biblioteca Nacional.

Callon, M. (1980). Struggles and negotiations to determine to define what is problematic and what is not: The sociology of translation. En K. Knorr, R. Krohn y R. Whitley (Eds.), *The social process of scientific investigation. Sociology of the science*, IV, D. Reidel Publishing Company, pp. 197-219.

Callon, M. (2001). Redes tecno-económicas e irreversibilidad. *Redes*, 8 (17), 85-126. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/907/90781703.pdf>

Calvo, E. (2015). Carlos V. D'Alkaine. *Revista Ciencia e Investigación. Reseñas*, 3 (3), 61-62. Recuperado de: <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/Resenas/R-tomo3-3/6.6-SEMBLANZA-DAlkaine-Rese%C3%B1aT3-3-6.pdf>

Calvo, E. (2019). Una pasión por la Química. *Revista Ciencia e Investigación. Reseñas*, 7 (1), 27-43. Recuperado de: <https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2019/04/2.2-CALVO-ceiRes-7-1-6.pdf>

Canelo, P. (2008). *El proceso en su laberinto. La interna militar de Videla a Bignone*. Buenos Aires: IDAES-UNSAM/Prometeo.

Cardoso, F. H. y Faletto, E. (1969). *Dependencia y desarrollo en América Latina: ensayo de interpretación sociológica*. Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores.

Carlevari, R. (1998). *INTI: reseña histórica* (2 vols.). Buenos Aires, Argentina: Ediciones Nacionales.

Casas, R. (2001). *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*. Barcelona, España: Editorial Anthropos.

Cendón, E. (14 de septiembre de 2019). INTI: “La situación actual de los trabajadores es de persecución total”. *Agencia Paco Urondo TV: Del otro lado*. Recuperado de <https://www.agenciapacourondo.com.ar/apu-tv/inti-la-situacion-actual-de-los-trabajadores-es-de-persecucion-total>

Charum, J. y Parrado, L. (1995). *Entre el productor y el usuario*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior-Universidad Nacional de Colombia.

Cholakian, Daniel (14 de febrero del 2018). Argentina: Enrique Martínez, presidente del INTI hasta 2011: “Pretenden que el organismo esté a disposición de las empresas concentradas”. Nodal - Noticias América Latina y el Caribe: Nodal Pregunta. Recuperado de: <https://www.nodal.am/2018/02/argentina-enrique-martinez-presidente-del-inti-2011-pretenden-inti-este-disposicion-las-empresas-concentradas/>

Collins, H. (1995). Los siete sexos: estudio sociológico de un fenómeno o la replicación de los experimentos en física. En: Iranzo et al (Eds.), *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Corcuff, P. (2014). *Las nuevas sociologías: principales corrientes y debates, 1980-2010*. Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores.

Cueto, M. (1989). *Excelencia científica en la periferia: actividades científicas e investigación biomédica en el Perú 1890-1950*. Lima, Perú: Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRANDE).

D'Alkaine, C. (2015). Reseña histórica. Mis trabajos. Reflexiones *Revista Ciencia e Investigación*. Reseñas, 3 (3), 63-97. Recuperado de: <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/Resenas/R-tomo3-3/6-DAlkaine-Rese%C3%B1aT3-3-6.pdf>

D'amico, A. y Di Natale, C. (2001). A Contribution on Some Basic Definitions of Sensors Properties. *IEEE Sensors Journal*, 1, 183-190. DOI: 10.1109/JSEN.2001.954831. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/95483>

De Alto, B. (2013). *Autonomía tecnológica: la audacia de la División Electrónica de Fate*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Ciccus.

Decreto 17 138 de 1957 [con fuerza de ley]. El actual Instituto Tecnológico, integrante de la Dirección Nacional de la Industria, constituirá un organismo descentralizado que funcionará bajo la dependencia del Ministerio de Comercio e Industria con la denominación de Instituto Nacional de Tecnología Industrial. 27 de diciembre de 1957. B.O. N°. 18564.

Dictadura y memoria en el INTI. (abril de 2006). *Revista Saber Cómo*, p. 2.

El Comité Internacional de Pesas y Medidas define la agenda del futuro para la Metrología. (2021, 1 de julio). Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-comite-internacional-de-pesas-y-medidas-define-la-agenda-del-futuro-para-la-metrologia>

Federico, M. (Productor ejecutivo). (2012). *Territorios de Ciencia. Instituto Nacional de Tecnología Industrial* [Serie Documental]. Universidad Nacional de San Martín. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=pfMSy7ISRu4&t=9s>

Fernández Prini, R. (2013). Crónica de 50 años de actividad como investigador argentino. *Revista Ciencia e Investigación. Reseñas*, 1 (1), 16-21. Recuperado de: <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/Resenas/R-tomo1-1/2Fernandez-esenas1-1-web-6.pdf>

Ferrer, A. (2014) [1974]. *Tecnología y política económica en América Latina*. Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Fraigi, L. y Lupi, D. (1996). *Seminario internacional: sensores y microistemas de aplicación industrial*. San Martín, Argentina: Ediciones INTI.

Fraigi, L. y Lupi, D. (2001). Prefacio. En Ediciones INTI, *2nd IberoAmerican Conference on Sensors* (pp.5). San Martín, Argentina.

Gandolfi, F. (2012). Historia técnica, estética y social del aparato de radio en Argentina. *Registros. Revista De Investigación Histórica*, (8), 72–102. Recuperado de <https://revistasfaud.mdp.edu.ar/registros/article/view/95>

Gerchunoff, P. y Torre, J. (1996). La política de liberalización económica en la administración de Menem. *Desarrollo Económico*, 36(143), 733-768. DOI: 10.2307/3467293. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/3467293>

Giménez, G. (2018). *Fabricación y caracterización de arreglos de electrodos recubiertos con películas delgadas mesoporosas de óxido de silicio y óxidos mixtos de silicio y circonio* (Tesis doctoral). Recuperado de: https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/collection/tesis/document/tesis_n6373_Gimenez

Giménez, G., Ybarra, G. y Soler-Illia, G. (2020). Preparation of mesoporous silica thin films at low temperature: a comparison of mild structure consolidation and template extraction procedures. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 96, 287–296. DOI: 10.1007/s10971-020-05410-z

Guber, R. (2001). *La etnografía: método, campo y reflexividad*. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma.

Harvey, D. (1998). *La condición de la posmodernidad: investigación sobre los orígenes del cambio cultural*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu editores.

Herrera, A. (1973). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. *Desarrollo Económico: revista de ciencias sociales*, 13(49), 113-134. DOI: 10.2307/3466245.

Hurtado, D. y Souza, P. (2007). Cincuenta años del INTI. *Ciencia Hoy*, 17 (101), 60-66. Recuperado de <https://www.cienciahoy.org.ar/ch/ln/hoy101/INTIanos.htm>

IMPULSO A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA. (2 de septiembre de 1976). *El cronista comercial*. pp. 7-10.

INTI y BMFT (1981). *Estudio sobre el desarrollo de la industria electrónica argentina*, Fase 2, Conclusiones, Múnich.

Japas, M. (2013). Roberto Fernández Prini. Reflexiones *Revista Ciencia e Investigación. Reseñas*, 1 (1), 15. Recuperado de: <http://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2018/01/Resenas/R-tomo1-1/2.2-SEMBLANZA-Fernandez-resenas1-1-web-5.pdf>

Knorr-Cetina, K. (2005) [1981]. *La fabricación del conocimiento: un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Kreimer, P. (1999). *De probetas, computadoras y ratones*. Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Kreimer, P. (2005). Estudio preliminar. El conocimiento se fabrica ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿Cómo?. En Knorr-Cetina, K. *La fabricación del conocimiento: un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia*. Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Kreimer, P. (2006). ¿DEPENDIENTES O INTEGRADOS? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. *Nómadas*, (24), 199-212. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105116598017>

Kreimer, P. (2010). *Ciencia y Periferia: nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular argentina*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba.

Kreimer, P. (Ed.) (2016). *Contra viento y marea: emergencia y desarrollo de campos científicos en la periferia: Argentina, segunda mitad del siglo XX* (1a. ed.). Buenos Aires, Argentina: CLACSO. Recuperado de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwipgYfevj3AhWjAtQKHbMIAVMQFnoECAUQAQ&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.clacso.edu.ar%2Fclacso%2Fgt%2F20161215020729%2FContraVientoYMarea.pdf&usg=AOvVaw1-a1DNVpMyjF4LfjLc_s2g

Kreimer, P. y Thomas, H. (2003). La construction de l'utilité sociale des connaissances scientifiques et technologiques dans les pays périphériques. En Mignot J-P. y Poncet Ch., *l'industrialisation des connaissances dans les sciences du vivant*. París, Francia: Éditions L'harmattan.

Kuhn, T. (1975). *La estructura de las revoluciones científicas*. México D. F.: Fondo de Cultura Económica.

Latour, B. (2001). *La esperanza de pandora: ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona, España: Editorial Gedisa.

Latour, B. (2008). *Reensamblar lo social: una introducción a la teoría del actor-red*. Buenos Aires, Argentina: Manantial.

Latour, B. (2012). *Nunca fuimos modernos: ensayos de una antropología simétrica*. Buenos Aires, Argentina: Siglo Veintiuno Editores.

Latour, B. y Woolgar, S. (1995) [1979]. *La vida en el laboratorio: la construcción social de los hechos científicos*. Madrid, España: Alianza Editorial.

Ley 19 511 de 1972. El Sistema Métrico Legal Argentino (SIMELA) estará constituido por las unidades, múltiplos y submúltiplos, prefijos y símbolos del Sistema Internacional de Unidades (S I) tal como ha sido recomendado por la Conferencia General de Pesas y Medidas hasta su Décimo-cuarta Reunión y las unidades, múltiplos, submúltiplos y símbolos ajenos al S I que figuran en el cuadro de unidades del SIMELA que se incorpora a esta ley como anexo. 2 de marzo de 1972.

Merton, R. (1973). *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago, EE.UU.: The University of Chicago Press.

Milano, O., Roberti, M. y Fraigi, L. (2008). Custom Packaging Design of Microsystem and Microelectronics Devices. *Actas del 6th Iberoamerican Congress on Sensors*. San Pablo, Brasil. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Recuperado de: <http://www-biblio.inti.gob.ar:80/gsd/collect/inti/index/assoc/HASH01a4/4b22975c.dir/doc.pdf>

Nochteff, H. (1984). *Desindustrialización y retroceso tecnológico en Argentina (1976-1982): la industria electrónica de consumo*. Buenos Aires, Argentina: FLACSO Grupo Editorial Latinoamericano.

Oszlak, O. (1984). *El INTI y el desarrollo tecnológico en la industria argentina*. San Martín, Argentina: INTI Ediciones. Recuperado de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjM8KSDxfj3AhUyALkGHf6LC9AQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.oscaroszlak.org.ar%2Fgallery%2Fel%2520inti%2520y%2520el%2520desarrollo%2520tecnol%25C3%25B3gico%2520en%2520la%2520industria%2520argentina.pdf&usg=AOvVaw3CRInVFEfyXZWAbH70KPkj>

Pinch, T. y Bijker, W. (2008) [1987]. La construcción social de hechos y artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. En H. Thomas y A. Buch (Eds.), *Actos, actores y artefactos* (pp. 19-62). Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Recorte en el Conicet: polémica por las investigaciones de Star Wars, Anteojo y el Rey León. (22 de diciembre de 2016). *Clarín: Sociedad*. Recuperado de

https://www.clarin.com/sociedad/recorte-conicet-polemica-investigaciones-star-wars-anteojito-rey-leon_0_ryqI_wt4e.html

Roberti, M., Milano, O., Fraigi, L. y Perri, P. (2004). Sensor de campo eléctrico de RF desarrollado con tecnología de película gruesa. *Actas de las 5as jornadas de Desarrollo e Innovación*. San Martín, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Recuperado de: <http://www-biblio.inti.gob.ar:80/gsd/collect/inti/index/assoc/HASH146f/40f9e64f.dir/doc.pdf>

Sábato, J. (2011) [1975]. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones Biblioteca Nacional.

Sábato, J. y Botana, N. (1970). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina*. Tiempo Latinoamericano. Santiago de Chile: Editorial Universitaria. Recuperado de http://www.politicasciti.net/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=27&Itemid=51&lang=en

Schettini P. y Cortazzo I. (2015). *Técnicas y estrategias en la investigación cualitativa*. La Plata, Argentina: Editorial de la Universidad de La Plata. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53686/Documento_completo_%20Cortazzo%20CATEDRA%20.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Schteingart, D. (6 de enero de 2017). Conicet, ¿una cueva de ñoquis y ladrones?. *El Estadista*. Recuperado de <https://elestadista.com.ar/el-estadista/conicet-una-cueva-ñoquis-ladrones-n1848>

Schvarzer, J. (1986). *La política económica de Martínez de Hoz*. Buenos Aires, Argentina: Hyspamérica Ediciones Argentina.

Schvarzer, J. (1996). *La industria que supimos conseguir*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Planeta.

Sosa, A. (2019). La inducción analítica como método sociológico desde una perspectiva histórica. *Cinta moebio*, 64, 11-30. DOI: 10.4067/S0717-554X2019000100011. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/332916295_La_induccion_analitica_como_metodo_sociologico_desde_una_perspectiva_historica

Tarricone, M. y Bertolini, J. (9 de febrero de 2018). Despidos en el INTI: quién es Javier Ibáñez, su presidente. *Chequeado: Explicadores*. Recuperado de <https://chequeado.com/el-explicador/despidos-en-el-inti-quien-es-javier-ibanez-su-presidente/>

Tendría poco sentido que la universidad no tenga como meta el vínculo con la comunidad. (mayo de 2012). *REVISTA la Universidad*. Recuperado de: <http://www.revista.unsj.edu.ar/revista57/entrevista-martinez.php>

Tensión en el INTI y amenaza de corte en General Paz por el anuncio de 250 despidos. (29 de enero de 2018). *Clarín: Política*. Recuperado de https://www.clarin.com/politica/tension-inti-amenaza-corte-general-paz-anuncio-250-despidos_0_SJYyXhhSM.html

Testimonio de Fernando Álvarez Rojas, trabajador del INTI despedido en 1976. (2021, 10 de diciembre). Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/testimonio-de-fernando-alvarez-rojas-trabajador-del-inti-despedido-en-1976>

Thomas H., Versino M. y Lalouf A. (2008). La producción de tecnología industrial en Argentina: el caso de la empresa INVAP. *Desarrollo Económico*, vol. 47, 543-575.

Thomas H., Versino M. y Lalouf A. (2013). INVAP: una empresa nuclear y espacial argentina. En H. Thomas, G. Santos y M. Fressoli (Eds.), *Innovar en Argentina: seis trayectorias empresariales basadas en estrategias intensivas en conocimiento* (pp. 105-150). Vicente López, Argentina: Lenguaje Claro Editora.

Thomas, H. (1995). *Sur-desarrollo-Producción de tecnología en países subdesarrollados*. Buenos Aires, Argentina: Centro editor de América Latina.

Thomas, H. y Kreimer, P. (2004). Un poco de reflexividad o ¿De dónde venimos? Estudios sociales de ciencia y la tecnología en América Latina”. En Autores (Eds.) *Producción y uso social de conocimientos: estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina* (pp. 11-90). Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. Buenos Aires, Argentina: Centro Editor de América Latina.

Varsavsky, O. (1971) *Proyectos nacionales: planteo y estudios de viabilidad*. Buenos Aires: Argentina: Ediciones Periferia.

Varsavsky, O. (1974). *Estilos tecnológicos: Propuestas para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista*. Buenos Aires: Argentina: Ediciones Periferia.

Versino, M. (2008). La producción de tecnologías conocimiento-intensivas en países periféricos: herramientas teórico-metodológicas para su análisis. En H. Thomas y P. Kreimer (Eds.), *Producción y Uso Social de Conocimientos: estudios de sociología de la ciencia y la tecnología en América Latina* (pp. 243-262). Quilmes, Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.

Vessuri, H. (1983). Consideraciones acerca del estudio social de la ciencia. En Díaz, E., Texera, Y. y Vessuri, H. (Eds.), *Ciencia Periférica*. Caracas, Venezuela: Monte Ávila Editores.

Villar, A. (2020). *El caso de ELMA (Empresa Líneas Marítimas Argentinas): análisis de la empresa pública naviera durante la última dictadura cívico-militar argentina (1976-1983)*. [Tesis de licenciatura]. UNSAM.

Whitley, R. (1972). Black Boxism and the Sociology of Science: A Discussion of the Major Developments in the Field. En Paul Halmos (Ed.), *The sociological review monograph N°18: the sociology of science*. EE.UU.: Keele University.

Winner, L. y Costa, D. (2006). *Ascensão e queda de uma cidade tecnológica. Análise Social*, 41(181), 1095-1103. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/41012440>

Wright Mills, C. (1961). *La imaginación Sociológica*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Zubieta, R. y Diaz, E. (2015). *Una experiencia de desarrollo independiente de la industria electrónica argentina de tecnología de punta: Fate División Electrónica 1969-1976*. Buenos Aires, Argentina: Prosa Editores.