RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Soca, Fernanda

Microelectrónica en Argentina : el caso de Tecnópolis del Sur

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:
Soca, F. (2021). Microelectrónica en Argentina: el caso de Tecnópolis del Sur. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/3211

Puede encontrar éste y otros documentos en: https://ridaa.unq.edu.ar

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

Fernanda Soca, Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto,
Agosto de 2021, pp. 211,
http://ridaa.unq.edu.ar,
Universidad Nacional de Quilmes, Secretaría de Posgrado,
Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad

Microelectrónica en Argentina: El caso de Tecnópolis del Sur

TESIS DE MAESTRÍA

Fernanda Soca

socafernanda@gmail.com

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo avanzar en la comprensión de los particulares modos que asume la cooperación entre académicos y empresarios en Argentina, desde un enfoque sociológico y otorgando especial importancia al punto de vista de los actores involucrados. En este sentido, la estrategia metodológica que nos hemos trazado consiste en la realización de un estudio de caso, entendido como un estudio intensivo y en profundidad, desde una perspectiva cualitativa y con un diseño flexible.

El caso seleccionado es el consorcio asociativo público privado Tecnópolis del Sur, compuesto originalmente por la Universidad Nacional del Sur, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial, cuatro empresas pequeñas y medianas, la Unión Industrial de Bahía Blanca y el Ente Zona Franca de Bahía Blanca- Coronel Rosales. El mismo se conforma como tal en el año 2010 a raíz de los Fondos Sectoriales implementados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, una política pública orientada a incentivar la asociatividad público privada en sectores identificados como estratégicos. El grupo asociativo planteó entre sus objetivos la conformación de un Parque Científico Tecnológico en la ciudad de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires, Argentina) con especial énfasis en el desarrollo de proyectos en Microelectrónica. El objetivo de esta investigación consiste en comprender cómo surge esta experiencia y cuál es la dinámica que adquiere el grupo asociativo, contemplando aspectos contextuales, organizacionales y cognitivos.

Además de abordar la trayectoria y dinámica del grupo asociativo, el análisis del caso nos permitió adentrarnos, por un lado, en las características de la política pública que lo impulsa, considerando las novedades que inaugura, las expectativas que se construyen sobre la misma y la forma en la que se identifican capacidades, sectores y tecnologías en las que se decide focalizar los esfuerzos. Por otra parte, bajo el supuesto de que las dinámicas de producción y uso de conocimiento varían según la disciplina y el entorno socioeconómico en el cual se desarrollan, se avanzó en una caracterización inicial de la Electrónica y en

particular de la Microelectrónica, y se elaboró una historia preliminar de experiencias relevantes en Microelectrónica en Argentina, para contextualizar el caso de Tecnópolis del Sur.

El análisis del mismo sugiere que, en un entorno que difícilmente puede ser caracterizado como un sistema, el rol que desempeñan los investigadores en los procesos de colaboración excede ampliamente el de la provisión de conocimiento innovador. Más allá de los recursos cognitivos, resulta significativo asimismo la circulación de otros recursos (capital social y simbólico) en los intercambios que mantienen los empresarios y académicos. Asimismo, notamos que los gobiernos habilitan al tiempo que constriñen el desarrollo de los procesos de colaboración, dada las dificultades en la coordinación y sostenimiento de las políticas públicas, lo cual constituye una expresión más de la ausencia de un Sistema de Innovación en Argentina. Pese a los esfuerzos que se han realizado, parece persistir cierto impedimento a la hora de reflejar en la política, de manera más ajustada, el contexto en el cual se pretende incentivar las relaciones de cooperación entre académicos y empresarios.

Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto, Universidad Nacional de Quilmes

Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad

Universidad Nacional de Quilmes

Microelectrónica en Argentina: El caso de Tecnópolis del Sur

***

Fernanda Soca

Directora: Dra. Mariana Eva Di Bello

Febrero 2021

Agradecimientos

Tuve la oportunidad de realizar esta tesis de maestría con el apoyo de diversas personas e instituciones a quienes quisiera expresar mi agradecimiento.

En primer lugar a mi directora Mariana Eva Di Bello, por apoyarme, incentivarme y acompañarme a lo largo de todo el proceso. También quiero agradecerle a ella y a Leonardo Vaccarezza, Lucía Romero, Pablo Sánchez Macchioli y Oscar Aguilar Avendaño, por recibirme en un espacio siempre abierto, horizontal y dispuesto a discutir ideas, mejorarlas y provocar nuevos interrogantes.

Quisiera agradecer también a las y los entrevistadas/os, por la generosidad con la que me permitieron conocer sus experiencias. A las y los compañera/os y profesoras/es de la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad, por lo mucho que disfruté de nuestros encuentros. A mi familia, amigues y a Emmanuel, por el apoyo de siempre.

Finalmente, la posibilidad de realizar este trayecto en el marco de una beca del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas con lugar de trabajo en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes facilitó un entorno inmejorable para esta investigación.

Índice

Agradecimientos……....4

Índice…….....5

Listado de cuadros…….…....9

Siglas utilizadas ……...…...10

Introducción……...…..11

Capítulo 1. Estado de la cuestión y marco teórico adoptado…….....21

1. Introducción……...…..21
2. Aportes de la Economía de la Innovación……...…....23
   2.1 Tecnología, conocimiento e innovación……23
   2.2 Aprendizaje y acumulación de capacidades……..25
   2.3 Difusión de innovaciones y capacidades de absorción……..26
   2.4 Sistema Nacional, Regional y Local de innovación……..28
   2.5 Patrones sectoriales del cambio técnico y Sistemas Sectoriales de Innovación…….30
   2.6 Consideraciones sobre los elementos que serán recuperados en el análisis……...31
3. Aportes desde América Latina……....32
   3.1 El Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad: la cuestión de la autonomía y el desarrollo……...32
   3.2 Relaciones Universidad Empresa: fundamento, implicancias y dificultades……35
      3.2.1 Consideraciones sobre el fomento de las relaciones Universidad-Empresa……...……..37
   3.3 Sistema Nacional de Innovación en América Latina……39
4. El carácter localizado del conocimiento……..40
   4.1 Parques y polos científico tecnológicos como modelos para la articulación público privada……..40
   4.2 La teoría de los polos de desarrollo……...42
   4.3 Tecnópolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI……43
   4.4 Revisión y síntesis de un concepto de tecnópolis contemporáneo……47
   4.5 La proximidad en sus distintas dimensiones: los aportes de la Escuela Francesa de las Dinámicas de Proximidad……50
   4.6 Consideraciones sobre los resultados de los Parques Científico Tecnológicos……..52

4.7 La experiencia latinoamericana…….54
4.8 Aspectos que serán recuperados en el análisis sobre el modelo de Parque Científico Tecnológico……..56
5. La política pública para la cooperación entre la ciencia y la producción……...57
5.1 Aportes desde la ciencia política: la política pública, el enfoque procesal y la definición del problema y la ventana política……57
5.2 La política pública en ciencia y tecnología: culturas políticas en la definición de su orientación……59
5.3 La política en ciencia y tecnología en Argentina: la primera generación de instituciones…….62
5.4 Transformación institucional en los 90s: la introducción de la innovación en la agenda de la política……63
5.5 Elementos para el análisis de la política pública……..64
6. Recapitulando. Elementos conceptuales para comprender las relaciones entre la academia, la industria y la política de fomento a la asociatividad sectorial público-privada en Argentina……..65
6.1 Características, elementos y dimensiones de análisis presentes en el enfoque redes de conocimiento…….66
6.2 Otras herramientas conceptuales que conforman el marco teórico……..69
6.3 De la Sociología de la Ciencia……...69
6.4 Científico emprendedor y científico estrella……..71
6.5 De la Economía de la Innovación……..71
6.6 Del Análisis de Políticas Públicas…….72
6.7 De la configuración espacial de los procesos de producción y uso de conocimiento……...74

Capítulo 2. Microelectrónica: especificidades, trayectoria y experiencias relevantes en Argentina…….....……..76

1. Introducción……...…….76
2. Las válvulas de vacío: la Electrónica previa a la invención del transistor……..80
3. Silicon Valley y el invento del Circuito Integrado……..……82
4. La tendencia a la integración y la industria Microelectrónica…….85
5. La Electrónica en Argentina: la figura de Humberto Ciancaglini y la introducción de las técnicas digitales……..……89
6. El Laboratorio de Semiconductores de la UBA……..91

7. El grupo de Microelectrónica de CITEFA y la creación del Centro Nacional de Investigación en Componentes Electrónicos…….....93
8. La División de Electrónica de FATE……..98
9. Cooperación iberoamericana para el diseño y fabricación de prototipos……..101
10. Microelectrónica en la actualidad……...…….....……..103
11. Consideraciones finales …….....113

Capítulo 3. El contexto que hace posible la colaboración: los Fondos Sectoriales como incentivo para la conformación del consorcio……...……116

1. Introducción……...……116
2. La ANPCYT y la evolución de sus fondos e instrumentos……...……118
3. Los antecedentes directos de los Fondos Sectoriales y la evaluación relativa al diseño de nuevos instrumentos…….120
4. Los antecedentes internacionales……..……122
5. Las negociaciones con los bancos y la cuestión de los expertos…….....123
6. Concepciones, expectativas y novedades…….....124
7. La definición de prioridades en un proceso de "planificación *express*"….....126
8. La convocatoria a Fondos Sectoriales en TICs 2010……...…….128
9. Consideraciones finales…….131

Capítulo 4. Surgimiento y trayectoria del grupo asociativo Tecnópolis del Sur.....133

1. Introducción…….....133
2. Caracterización del entorno local…….....134
   2.1 La representación de la ciudad como Polo……..134
   2.2 La universidad Nacional del Sur……...……..136
   2.3 Actividad productiva e instituciones de apoyo a la producción……..139
   2.4 La caracterización del entorno local frente al modelo Sistema Local de Innovación……...……141
3. El grupo académico: inicios y trayectoria del Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos (GISSE)……...…….143
   3.1 Hacer crecer el campo de la Microelectrónica en Argentina…….145
   3.2 Proyectos de I+D y formación de recursos humanos……..146
   3.3 Creación de una *spin off*……..148

3.4 Aprendizajes, habilidades y el lugar de los actores académicos para la comprensión de los procesos de cooperación…….150

4. La política pública como el incentivo para la cooperación……..……151

5. La proyección de Tecnópolis del Sur: un Parque Científico Tecnológico en Electrónica de Alta Complejidad……...……153

6. Producción y circulación del conocimiento……...156

6.1 Proyectos de I+D…….157

7. El rol del Estado……..……..161

7.1 La política local y la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología……162

8. La dimensión espacial y la proximidad geográfica: expectativas y limitaciones en la construcción del Parque Científico Tecnológico……..165

9. El lugar de los factores personales: motivaciones, liderazgo, compromiso y confianza…….....167

10. La continuación de la experiencia asociativa bajo el formato de una Fundación……..171

Consideraciones finales…….....176

Referencias bibliográficas…….....189

Listado de cuadros

Cuadro 1: Resumen con las herramientas conceptuales que conforman el marco teórico y la perspectiva de la que provienen……75

Cuadro 2: Principales hitos en la trayectoria del GISSE. 2003-2010…….....149

Cuadro 3: Representación gráfica de la estructura inicial de la red de conocimiento. …….....156

Cuadro 4: Proyectos en el marco del CAPP Tecnópolis del Sur. 2011-2015…...……158

Cuadro 5: Representación gráfica de intercambios y flujos de conocimiento, desde el enfoque de redes de conocimiento, entre 2011 y 2015……..161

Cuadro 6: Principales hitos en la trayectoria del grupo asociativo (2011 – 2020)……174

Cuadro 7: Representación gráfica de la estructura e intercambios entre los nodos de la red. Etapa actual de la experiencia asociativa……...……175

Siglas utilizadas

ANPCYT- Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica

CAPP- Consorcio Asociativo Público Privado

CITEFA- Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas

CITEI- Centro de Investigación en Tecnología Electrónica e Informática

CMNB- Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario

CTI- Ciencia, Tecnología e Innovación

GISSE- Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos

I+D- Investigación y Desarrollo

I+D+i- Investigación, Desarrollo e Innovación

INTI- Instituto Nacional de Tecnología Industrial

PCT- Parque Científico y Tecnológico

PT- Polo Tecnológico

Pymes- Pequeñas y medianas empresas

SLI- Sistema Local de innovación

SNI- Sistema Nacional de Innovación

SRI- Sistema Regional de Innovación

SSI- Sistema Sectorial de Innovación

TICs- Tecnologías de la Información y la Comunicación

UNS- Universidad Nacional del Sur

UVT- Unidad de Vinculación Tecnológica

Introducción

La cooperación entre el sector científico y el sector productivo constituye una dimensión de lo que se entiende generalmente por relaciones entre la esfera de la ciencia y la sociedad. Diversos estudios han señalado que la misma es un requisito ineludible para lograr procesos de desarrollo sostenidos (Lundvall, 1992; Freeman, 1995; Edquist, 1997; Katz, 1987; Sunkel, 1975; Sábato y Botana, 1968). Si bien no se trató de un fenómeno nuevo, desde la década de 1980, el estrechamiento de las relaciones entre el sector académico y el productivo, tanto en los países centrales como en los periféricos, se convierte en uno de los ejes principales de las políticas de ciencia y tecnología. En este contexto se desarrollaron y cobraron relevancia la corriente de la Economía de la Innovación y los estudios sobre las Relaciones Universidad Empresa, desde donde se elaboraron una serie de conceptos y explicaciones orientados a abordar el fenómeno.

En esta investigación se pretende reflexionar acerca de las especificidades que asumen los procesos de cooperación en contextos periféricos, desde un enfoque sociológico y otorgando especial importancia al punto de vista de los actores. Entendemos que para realizar el tipo de investigación que nos proponemos, utilizar el enfoque de la Economía de la Innovación y de las Relaciones Universidad Empresa como un paquete cerrado, sin salvedades, presenta una serie de limitaciones.

En primer lugar, porque nos planteamos un análisis sociocultural orientado a recuperar las valoraciones y los sentidos subjetivos de los actores involucrados, y en este sentido, decidimos no partir de la centralidad que desde el enfoque de los Sistemas de Innovación se le otorga a la innovación (ya sea radical o incremental), ni de un modelo ideal de vinculación universidad empresa “exitoso” para evaluar en qué medida el referente empírico se acerca al mismo. Otra de las limitaciones que encontramos es la distancia entre la relevancia que adquiere el comportamiento sistémico desde el enfoque de los Sistemas de Innovación y la desarticulación que predomina en el contexto local, la cual se expresa no solo entre el sector científico, el sector productivo y el gobierno, sino también al interior de cada uno. En Argentina, a la falta de coordinación entre las políticas y los constantes cambios de rumbo, se suman otros problemas estructurales como la recurrente presencia de la restricción externa y el fenómeno denominado *stop*

and go, lo cual ha dado lugar a una persistente destrucción de capacidades que afectaron la complejidad de las actividades productivas locales.

Para abordar las especificidades locales que adoptan las relaciones de cooperación, la estrategia metodológica que nos hemos trazado consiste en la realización de un estudio de caso, entendido como un estudio intensivo y en profundidad, desde una perspectiva cualitativa y con un diseño flexible. La elección se fundamenta en la intención de desarrollar un análisis en profundidad de las interacciones sociales e intercambios concretos sobre los cuales se transmite y construye el conocimiento, entre el sector público y privado. En este sentido, a lo largo del trabajo se describen prácticas, estrategias, discursos, motivaciones, formas de organización del trabajo, dinámicas de colaboración y disputa, dificultades y tensiones que aparecen en la interacción entre investigadores, empresarios y funcionarios públicos y en la producción y uso de conocimientos y tecnologías.

El caso seleccionado es el consorcio asociativo público privado (CAPP) Tecnópolis del Sur, compuesto originalmente por la Universidad Nacional del Sur (UNS), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), cuatro empresas pequeñas y medianas (pymes), la Unión Industrial de Bahía Blanca y el Ente Zona Franca de Bahía Blanca-Coronel Rosales. El mismo se conforma como tal en el año 2010, a raíz de los Fondos Sectoriales (FS) implementados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), una política pública orientada a incentivar la asociatividad público privada en proyectos innovadores que se desarrollan en sectores definidos como estratégicos. El grupo asociativo planteó entre sus objetivos la conformación de un Parque Científico Tecnológico (PCT) en la ciudad de Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires) con especial énfasis en el desarrollo de proyectos en Microelectrónica.

El objetivo de esta investigación consiste en comprender cómo surge esta experiencia y cuál es la dinámica que adquiere el grupo asociativo, contemplando aspectos contextuales, organizacionales y cognitivos. El caso seleccionado tiene la particularidad de involucrar una estrategia orientada a promover en Argentina la especialización en Microelectrónica, lo cual resulta llamativo dado que la misma no figura en la historia de los emprendimientos tecnológicos locales y que las características de la industria parecen constituirse –al menos a simple vista- en obstáculos insuperables para su desarrollo en países como Argentina. Otra de las particularidades del caso es que esta

experiencia no tiene lugar en alguna de las principales áreas metropolitanas del país, sino en una ciudad intermedia de la Provincia de Buenos Aires. Una de las preguntas que guió nuestras indagaciones es ¿Cómo surge en una ciudad periférica de un país periférico un emprendimiento que involucra conformar un PCT en Microelectrónica?

La primera dimensión del análisis apunta a desentrañar las particularidades del contexto en el cual esta iniciativa resultó factible. Al respecto se postula que, durante la primera década de los años 2000, se configuró un escenario favorable para el desarrollo de la misma. De manera estilizada se puede sostener que en este contexto confluye la revalorización de la ciencia y la tecnología -por parte del gobierno nacional- como estrategia de desarrollo, un ciclo de inversión pública en el sector, así como el despliegue de una serie de acciones orientadas a fortalecer la articulación entre el sector científico y el productivo, complejizar la matriz productiva y avanzar en un proceso de sustitución de importaciones. En este clima nace el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) y los FS, los cuales fueron concebidos como el instrumento emblemático de lo que se denominó una "nueva generación de políticas" orientada a fortalecer la vinculación entre el sector científico y el sector productivo (MINCYT, 2010). A partir de su implementación, con un financiamiento notablemente superior a lo habitual, se apoyaron diversas experiencias asociativas en sectores y tecnologías identificadas como estratégicas. Algunas de las preguntas que guiaron el análisis son: ¿Cuáles son las novedades que esta política inaugura? ¿Cuáles son las expectativas que se construyen sobre la misma? ¿Por qué en la convocatoria del año 2010 una de las capacidades que se decide apoyar corresponde al campo de la Microelectrónica? ¿Cómo es el proceso por el cual se decide apoyar ciertas capacidades –científicas, tecnológicas y productivas- en detrimento de otras? ¿Qué criterios y fuentes de información están involucrados? ¿Cómo se articula esta política con otras?

Otros elementos del contexto que son abordados refieren a las características del entorno local en el cual Tecnópolis del Sur se desarrolla, considerando su estructura productiva, el entramado de instituciones de apoyo a la producción y las características de la UNS. En particular surge el interrogante por el lugar que ocupa la Microelectrónica en la producción local, tanto al nivel de las pymes como de las grandes empresas. Avanzar en esta línea permite contextualizar por qué en este entorno surgió el mencionado emprendimiento. Se puede señalar que, si bien el entorno exhibe ciertas condiciones favorables para la conformación de un PCT, no escapa a la

caracterización general respecto de la falta de articulación entre lo que se entiende como componentes del SNI argentino.

El segundo eje de esta investigación apunta a comprender cómo funciona concretamente la experiencia de un CAPP y de un PCT en Argentina. Ante el supuesto de que estos modelos se implementan -por la confianza que generan- sobre la base de los resultados obtenidos en otras latitudes, se pretende reflexionar acerca de las especificidades que los mismos asumen en contextos periféricos. En lo relativo a este punto se analiza la trayectoria de colaboración previa entre los actores que lo conforman, las motivaciones y objetivos comunes y las capacidades personales (trayectoria y capital) de los actores que tomaron la iniciativa en la conformación del consorcio y que operaron en la conjugación de apoyo, recursos y saberes. Algunas de las preguntas que guiaron las indagaciones son: ¿Cómo surge la experiencia y con el impulso de qué actores? ¿Quiénes y de qué manera mantienen su funcionamiento y coordinación? ¿Cuáles son las capacidades y recursos (cognitivos, materiales y simbólicos) que cada uno de los actores le dedica al proyecto asociativo? ¿Cuáles son las características de las empresas que intervienen? ¿Qué recursos requieren? ¿Qué les aporta la experiencia asociativa? ¿Qué lugar ocupa el modelo de PCT en la configuración de espacios orientados a la circulación del conocimiento y el agregado de valor a la producción?

Finalmente, bajo el supuesto de que las dinámicas de producción y uso de conocimiento varían según la disciplina y el entorno socioeconómico donde se desarrollan, se buscó avanzar en una caracterización inicial de la Electrónica y en particular de la Microelectrónica. La misma refiere a la tendencia a la integración y miniaturización de los componentes y dispositivos electrónicos que ha permitido un aumento exponencial en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de la información, a raíz de lo cual autores como Pérez (1985, 2020) y Castells (1997) le han otorgado un rol decisivo en la configuración económica, social y tecnológica que se abre a partir de la década de 1970. La industria Microelectrónica se encuentra dominada por las grandes compañías internacionales y se caracteriza por encontrarse en constante innovación.

A partir de una caracterización general orientada a entender cuál es la situación actual en la que se desarrolla la tecnología, cuáles son los determinantes que operan y cómo han ido evolucionando a través del tiempo, se procuró avanzar en una historia sobre experiencias relevantes en Microelectrónica en Argentina. Estas indagaciones

permitieron reconocer que, durante la primera década de los años 2000, confluyeron distintos proyectos e iniciativas orientados a hacer de la Microelectrónica una actividad con cierta relevancia en Argentina. Además de la conformación de Tecnópolis del Sur, se puede destacar en este sentido la creación de la Escuela Argentina de Micro y Nanoelectrónica (EAMTA), el Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (CMNB) y el establecimiento de una fábrica de circuitos integrados (CIs). Algunas de las preguntas que guiaron las indagaciones son: ¿Qué sucedió con los mencionados proyectos? ¿Cuáles son las oportunidades y limitaciones que tiene la especialización en Microelectrónica en Argentina? ¿Existió en algún momento una política en nuestro país orientada a impulsar el desarrollo de esta tecnología?

Definiciones teórico metodológicas

Si bien ya hemos avanzado algunos lineamientos relativos a nuestra estrategia teórico metodológica, cabe explicitar que esta investigación se inscribe dentro de la tradición cualitativa de la investigación social, caracterizada estilizadamente por el interés en el significado y la interpretación, el énfasis en la importancia del contexto y los procesos, y en la estrategia inductiva y hermenéutica (Maxwell, 2004). En un sentido similar Vasilachis (2006) señala que la investigación cualitativa se orienta en particular por la forma en que el mundo es comprendido, experimentado y producido; por el contexto y los procesos; y por la perspectiva de los participantes, sus sentidos, significados, su experiencia, comportamientos y relatos. La investigación cualitativa "emplea métodos de análisis y de explicación flexibles y sensibles al contexto social en el que los datos son producidos. Se centra en la práctica real, situada, y se basa en un proceso interactivo en el que intervienen el investigador y los participantes" (Vasilachis, 2006, p.4).

En este marco se ha decidido realizar un estudio de caso, bajo el supuesto de que un estudio intensivo y en profundidad nos permite acceder a una mejor comprensión acerca de las especificidades que asumen los procesos de cooperación entre actores académicos y empresarios en contextos periféricos. El caso seleccionado adopta un carácter intrínseco según la clasificación de Stake (1998), ya que en sí mismo despierta el interés por su estudio, a partir del cual no se espera realizar generalizaciones sino comprenderlo en su especificidad. En lo relativo a las técnicas de recolección de datos, se consideró que la mejor manera de abordarlo era mediante la entrevista en profundidad y el análisis

documental, dado que las mismas permiten acceder de manera complementaria a distintos aspectos del problema de investigación. En lo relativo al análisis documental se contemplaron resoluciones, informes, documentos de organismos públicos, *currículums vítae,* proyectos de investigación, notas de prensa, informes de gestión y programas de eventos y congresos.

Según señala Alonso (1998) la entrevista en profundidad consiste en una forma especial de conversación entre dos personas, dirigida y registrada por el investigador con el propósito de favorecer la producción de un discurso conversacional continuo y con cierta línea argumental por parte del entrevistado, acerca de un tema de interés definido en el marco de la investigación. Se trata de una técnica privilegiada para acceder al sentido subjetivo que los actores le otorgan a su práctica así como a las representaciones que tienen sobre distintos temas, de allí que se le haya otorgado especial importancia en esta investigación. Las entrevistas que se realizaron adoptaron un carácter semi estructurado dado que se elaboró, con anterioridad a las mismas, una lista de temas y preguntas. Aquellas que se realizaron durante los años 2018 y 2019 fueron de tipo presencial y tuvieron lugar en la ciudad de Bahía Blanca, mientras que las entrevistas que se realizaron durante el 2020 y 2021 se realizaron de manera virtual, dada la modalidad de trabajo que impuso la emergencia sanitaria por COVID-19. En total se realizaron 27 entrevistas (en el caso de dos entrevistados se le realizaron dos entrevistas a cada uno), 10 de las cuales corresponde a miembros vinculados directamente con el CAPP Tecnópolis del Sur, 2 se realizaron a funcionarios de la UNS, 4 a funcionarios del ámbito de la política pública en ciencia y tecnología y 11 a personas relacionadas con la Microelectrónica, cuyos relatos permitieron elaborar una historia inicial sobre emprendimientos en esta especialidad en Argentina.

A continuación se explicitan las entrevistas realizadas, cargo o función del entrevistado/a, fecha de realización, lugar y/o modalidad de la misma.

Orden	Cargo/Función	Fecha	Lugar y/o modalidad
1	Investigador responsable del CAPP-Investigador GISSE, IIIE (UNS-CONICET)	22/05/2018	Bahía Blanca, presencial
2	Empresario pyme	23/05/2018	Bahía Blanca, presencial
3	Empresario pyme	23/05/2018	Bahía Blanca, presencial
4	Empresario pyme. Responsable	23/05/2018	Bahía Blanca, presencial

	administrativo del CAPP. Director de la Unión Industrial de Bahía Blanca		
5	Director IIIE. Ex Director de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología de Bahía Blanca	15/05/2019	Bahía Blanca, presencial
6	Investigador GISSE, IIIE (UNS-CONICET)	16/05/2019	Bahía Blanca, presencial
7	Investigador GISSE, IIIE (UNS-CONICET)	16/05/2019	Bahía Blanca, presencial
8	Personal de apoyo IIIE	17/05/2019	Bahía Blanca, presencial
9	Funcionario UNS	10/12/2019	Bahía Blanca, presencial
10	Directora Departamental UNS	10/12/2019	Bahía Blanca, presencial
11	Ex funcionaria ANPCYT	23/06/2020	Virtual
12	Ex directora del FONARSEC (ANPCYT)	06/07/2020	Virtual
13	Funcionaria MINCYT	09/07/2020	Virtual
14	Ex funcionaria MINCYT	24/07/2020	Virtual
15	Investigador LEICI (UNLP- CONICET)	28/07/2020	Virtual
16	Funcionario FAN- Ex Director INTI	13/08/2020	Virtual
17	Investigador LEICI (UNLP- CONICET)	27/08/2020	Virtual
18	Ex Directora INTI	27/08/2020	Virtual
19	Director CODAPLI (UTN)	03/09/2020	Virtual
20	Ex integrante CITEFA	17/09/2020	Virtual
21	Ex integrante LabSem, CITEFA y FATE	24/09/2020	Virtual
22	Ex Director CITEFA	15/10/2020	Virtual
23	Ex integrante CITEFA	19/10/2020	Virtual
24	Investigador responsable del CAPP- Investigador del GISSE, IIIE (UNS-CONICET)	01/12/2020	Virtual
25	Ex Gerente de Unitec Blue	19/01/2021	Virtual
26	Ex miembro CITEFA	26/01/2021	Virtual
27	Ex miembro CITEFA	10/02/2021	Virtual

El diseño de esta investigación adoptó un carácter flexible, según el cual, los conceptos utilizados sirven de guía pero no constriñen por anticipado la realidad, determinando que una interpretación o proceso adopte las características presupuestas. Dado este carácter, desde el inicio de la misma, la recolección de datos, el análisis, la interpretación y la construcción del marco teórico tuvieron lugar en simultáneo (Mendizábal, 2006). Este tipo de investigación se caracteriza por ser "emergente, *inductiva*, más que fuertemente configurada" (Mendizábal, 2006, p. 68). En este sentido, no se partió de un marco teórico cerrado para evaluar en qué medida el referente empírico se acerca a un modelo teórico ideal (un Sistema Local de Innovación, por ejemplo, o un caso "exitoso" de vinculación universidad empresa) sino que, por el

contrario, se ha privilegiado el material empírico para evaluar aquellos elementos y dimensiones que emergen con más peso y a partir de los mismos reconstruir una malla de conceptos que resulten relevantes para comprenderlo en su especificidad.

En este sentido, coincidimos con el enfoque de redes de conocimiento, según el cual, para analizar las relaciones entre las instituciones productoras de conocimiento y los sectores productivos en América Latina, el abordaje debe ser distinto de aquel que intenta encontrar exclusivamente innovación y transferencia tecnológica (Casas, 2001; Casas, 2002; Luna, 2003; Luna y Velasco, 2006). Este enfoque le otorga especial importancia a las condiciones propias en las cuales se desenvuelven los procesos de cooperación entre el sector científico y el productivo en América Latina, de allí que no parte de los procesos de innovación sino que se centra principalmente en los procesos de formación de redes, en los cuales se transmiten conocimientos que pueden generar procesos innovativos y de desarrollo regional. Las redes de conocimiento se construyen mediante intercambios entre un conjunto de actores que tienen intereses comunes en el desarrollo o aplicación de conocimiento para proyectos científicos, de desarrollo tecnológico y de mejoramiento de los procesos productivos. Este enfoque, que combina aspectos conceptuales y metodológicos desarrollados en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, fue tenido particularmente en cuenta para comprender el caso de estudio seleccionado. De este enfoque se recupera en particular, la forma de conceptualizar la interacción social en términos de redes, las dimensiones que plantea para su análisis (contexto, estructura, trayectoria, dinámica y contenido) y la importancia que le otorga al amplio espectro de flujos intangibles que están implicados en el intercambio de conocimiento y que no siempre derivan en la introducción de un nuevo producto en el mercado.

Se utilizaron asimismo otras herramientas conceptuales provenientes de la Sociología de la Ciencia, para abordar las especificidades que adopta la práctica académica en términos de exigencias, incentivos, normas, valoraciones y sistemas de recompensa. Del Análisis de la Política Pública, la “hechura de las políticas” (Aguilar Villanueva, 1992) para avanzar una comprensión de la concepción, formulación y diseño de los FS y el concepto de “ventana política” (Kingdon, 2014) para referirnos a un contexto favorable que permite colocar ciertos temas en una agenda de gobierno. De la Economía de la Innovación, los procesos de aprendizaje y construcción de capacidades, para referirnos especialmente a la trayectoria del grupo académico y a los procesos mediante los cuales

adquieren una diversidad de habilidades que perfeccionan con la práctica. Asimismo, el concepto de "científico emprendedor" (Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004) y el de "científico estrella" (Zucker y Darby, 1996, 2006) para referirnos a las características personales que resultan fundamentales para comprender los procesos de difusión y comercialización de los conocimientos científicos. Finalmente, en lo relativo a la configuración espacial de los procesos de producción y uso de conocimiento, se recupera de la Escuela Francesa de las Dinámicas de Proximidad las distintas dimensiones que hacen al concepto de "proximidad" (Boschma, 2005).

Estructura de la tesis

La tesis está compuesta por cuatro capítulos, además de esta introducción y de las conclusiones. El primer capítulo se orienta a plantear el problema de investigación a partir del análisis de los antecedentes y de la presentación del marco teórico elaborado para la interpretación del caso. A lo largo del mismo se realiza un recorrido por las formulaciones de la Economía de la Innovación, el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad, las Relaciones Universidad Empresa, la configuración de Parques y Polos Científico Tecnológicos y diversos elementos relativos a la política pública orientada a apoyar la cooperación entre los actores académicos y los empresarios.

El capítulo dos está orientado a situar al lector en el campo de la Microelectrónica, para lo cual se eligió relatar en primer lugar la historia que deriva en el invento del transistor y del circuito integrado (CI). Posteriormente se realiza una caracterización de la industria Microelectrónica, que da cuenta de los determinantes que operan así como de las diferencias que ha adquirido el diseño de la fabricación de CIs. Finalmente, se presenta una historia inicial de la Microelectrónica en Argentina construida sobre la base de entrevistas en profundidad a referentes de la especialidad. Entendemos que este capítulo permite contextualizar la experiencia de Tecnópolis del Sur y las iniciativas que tuvieron lugar durante la primera década de los años 2000, orientadas a incentivar cierta especialización en el campo.

El capítulo tres tiene como objetivo avanzar en la comprensión del contexto que hace posible la experiencia asociativa, abordando en particular la política pública que lo impulsa. Lo señalado en este capítulo fundamenta la idea de que a fines de la década de

los 2000 se abre una “ventana de oportunidad” para el surgimiento de experiencias como la que se aborda en esta investigación (asociativas y con apoyo público), si bien asimismo se plantean múltiples obstáculos para el desenvolvimiento de las mismas relacionados con la falta de coordinación entre los distintos ámbitos de gobierno. Se analizan, entre otros aspectos, los fundamentos de la política, la evaluación que los funcionarios tenían sobre experiencias previas y las expectativas relativas a los resultados esperados.

Durante el capítulo cuatro se recuperan los distintos elementos presentados anteriormente, para realizar una interpretación acerca del surgimiento y dinámica de Tecnópolis del Sur, como expresión de una modalidad particular de asociatividad público privada. A lo largo del capítulo se realiza una caracterización del entorno local y de la UNS, se analiza la trayectoria de colaboración previa entre los actores involucrados, las motivaciones en la conformación del consorcio y la dinámica que adopta el proceso de articulación. De este análisis se desprende el rol protagónico que asumieron un grupo de científicos de la UNS en la conformación y sostenimiento de la experiencia asociativa y en la elaboración de una estrategia orientada a promover en Argentina la especialización en Microelectrónica. Estas estrategias les demandaron adquirir y perfeccionar una serie de habilidades que escapan a las del científico que orienta su actividad por criterios estrictamente académicos. Finalmente, en las conclusiones se recupera el carácter idiosincrático que asumen los procesos de colaboración entre académicos y empresarios y las dificultades que presenta abordar estas experiencias presuponiendo la existencia de Sistemas de Innovación.

Capítulo 1

Estado de la cuestión y marco teórico adoptado.

1. Introducción.

La cooperación entre el sector científico y el sector productivo ha sido un tema largamente abordado dentro del campo de los estudios sociales de la ciencia y tecnología. Los estudios centrados en las Relaciones Universidad Empresa se han enfocado en los potenciales beneficios de la vinculación para las partes, la complejidad que revisten estas interacciones y las barreras a las que se enfrentan los actores, las cuales suelen ser de carácter cultural y administrativo (Vega *et al*, 2011; Fernández de Lucio *et al*, 2000; Manjarrés *et al*, 2008). Por este motivo se le otorga especial importancia a la eficacia de los mecanismos - Unidad de Vinculación Tecnológica (UVT), PCT e incubadora de empresas- que "aproximan" a los sectores.

Otro enfoque es el de la Economía de la Innovación y los Sistemas Nacionales de Innovación. Los estudios que se inscriben dentro de esta corriente se han centrado típicamente en el desempeño innovador de las empresas y los países (Nelson, 1991; Freeman, 1995; Lundvall, 1992). Los mismos se elaboraron inicialmente para la comprensión de los procesos de cambio tecnológico de los países centrales y han ido permeando en las formulaciones de los organismos internacionales y en el diseño de la política pública en ciencia, tecnología e innovación (CTI).

En América Latina las formulaciones relativas a las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la transformación del perfil productivo tienen una larga trayectoria. Algunos de estos trabajos han complementado la teoría de la innovación elaborada desde el enfoque evolucionista, generando un cuerpo de conocimientos que da cuenta de las particularidades propias de la realidad latinoamericana, en donde el rol del Estado es percibido como decisivo frente a un sector productivo que, en términos generales, resulta poco comprometido con las actividades de investigación y desarrollo (I+D) (Sutz y Arocena, 2001; Cassiolato *et al*, 2003).

Un tercer enfoque que aborda las relaciones entre el sector científico y el sector productivo es de carácter sociológico y político institucional. Desde una perspectiva

centrada en las características de los actores, se han desarrollado una serie de trabajos que abordan el problema de la utilidad del conocimiento científico y la interacción entre actores académicos y aquellos provenientes de otras esferas sociales (Vessuri, 1995; Vaccarezza y Zabala, 2002; Di Bello, 2013). Estos trabajos se centran en las percepciones, valoraciones, prácticas, estrategias y expectativas que se ciernen sobre el ejercicio de la profesión académica y sobre los procesos de valorización y uso del conocimiento. Otros estudios han abordado la política pública diseñada para la promoción de estas relaciones, considerando los marcos cognitivos y redes de expertos que influyen en su definición, los instrumentos, instituciones y tendencias (Porta y Lugones, 2011; Versino *et al*, 2013; Del Bello, 2014).

El objetivo de este trabajo es comprender cómo surge y cuál es la dinámica que adquiere un arreglo asociativo público privado que plantea entre sus objetivos la conformación de un PCT de tipo sectorial. En esta experiencia resulta particularmente significativo el rol de un grupo de actores académicos que impulsan la iniciativa y el rol del gobierno que la apoya con fondos públicos. A lo largo de este capítulo se realiza un recorrido, en primer lugar, por el enfoque del SNI del cual se recuperará principalmente la centralidad que se le otorga a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades. Posteriormente se revisan aquellas conceptualizaciones que se elaboraron desde América Latina y que permiten avanzar en la comprensión del fenómeno considerando las características del contexto. En estas formulaciones se evidencia que la desarticulación entre el sector científico, el sector productivo y el gobierno es un problema asociado al desarrollo que se diagnosticó tempranamente en este continente y que resurge cíclicamente como inspiración para la política pública.

Considerando que la cooperación entre los sectores no tiene lugar habitualmente de manera espontánea, se presentan asimismo una serie de antecedentes relativos al rol del Estado y la política pública en CTI desde donde se han elaborado una serie de dispositivos orientados a incentivarla. En este contexto, el PCT se ha propuesto de manera creciente como un modelo orientado a favorecer esta articulación. No obstante, el reconocimiento de que el conocimiento puede ser intercambiado globalmente, mediado a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), de una manera mucho más generalizada en la actualidad pone en entredicho las ventajas de crear plataformas físicas para facilitar ese intercambio.

Para la comprensión del caso de estudio seleccionado se ha privilegiado un enfoque sociológico que considera en particular las interacciones sociales y los procesos de asignación de sentido de los actores involucrados, de allí que el enfoque de redes de conocimiento (Casas, 2001; Casas, 2002; Luna, 2003; Luna y Velasco, 2006) ha sido particularmente tenido en cuenta. Este enfoque considera las condiciones propias en las cuales se desenvuelven los procesos de cooperación entre el sector científico y el productivo en América Latina, de allí que no parte de los procesos de innovación sino que se centra principalmente en los procesos de formación de redes, en los cuales se transmiten conocimientos que pueden generar procesos innovativos y de desarrollo regional. En los estudios de caso realizados desde el enfoque de redes de conocimiento se enfatiza en la dinámica de las relaciones entre los actores, el rol del Estado y el anclaje territorial de las experiencias.

2. Aportes de la economía de la innovación.

2.1 Tecnología, conocimiento e innovación.

La creación de nuevos bienes y servicios y la mejora de los existentes mediante actividades de investigación y desarrollo tuvo un lugar destacado en el pensamiento económico evolucionista, el cual surge como una visión contrapuesta a la teoría económica neoclásica[1] y se centra desde la década de 1980 en el estudio del cambio tecnológico y los procesos de innovación.

El antecedente lo constituye la formulación de Joseph Schumpeter, quien introduce la idea de que la innovación es el elemento decisivo del desarrollo capitalista y que la misma está directamente vinculada con la naturaleza del ciclo económico[2]. En esta formulación las capacidades para innovar solo están presentes en ciertos agentes, quienes realizan desarrollos tecnológicos radicalmente nuevos, los cuales les permiten obtener beneficios extraordinarios.

---

[1] Según la cual la tecnología opera en función de precios y los agentes son absolutamente racionales. Otros supuestos son que la tecnología es exógena al modelo, la transferencia es perfecta y el costo de acceso es cero (Bisang, 2005).

[2] Según señalaba este autor "El impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y transporte, de los nuevos mercados, de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista (…) El "proceso de destrucción creadora constituye el dato de hecho esencial del capitalismo. En ella consiste en definitiva el capitalismo y toda empresa capitalista tiene que amoldarse a ella para vivir" (Schumpeter, 1996, p. 120-121).

En la tradición evolucionista, por el contrario, la capacidad para innovar está difundida en - lo que se entiende por- el sistema. Si bien la empresa es el epicentro de las actividades de innovación, se entiende que las mismas no innovan en aislamiento sino que las relaciones que se establecen entre los agentes del sistema[3] constituye un aspecto significativo del proceso (Lundvall, 2005). En este sentido, se ha señalado que los flujos de conocimiento que circulan entre personas, empresas e instituciones son decisivos en los procesos de innovación (OECD, 1996) y que el desempeño innovador de un país depende de cómo los agentes se relacionan como elementos de un sistema colectivo de creación y uso de conocimiento.

Sobre el concepto de innovación se ha señalado que reviste cierta complejidad y que la misma puede adoptar diversas formas. De allí que se hayan distinguido analíticamente diferentes maneras de conceptualizar el fenómeno. La innovación puede ser de tipo radical, puede adoptar la forma de cambios continuos e incrementales o puede consistir en un cambio radical en una tecnología de propósito general, también denominado "Paradigma Tecno Económico" (Pérez, 2020). Asimismo, la innovación puede ser de producto, y en este caso de bienes o servicios, y también de proceso, distinguiéndose entre organizacional y tecnológica (Edquist, 2001). La introducción de la novedad o mejora puede darse a nivel mundial, nacional o en la unidad objeto de análisis (empresa o institución).

Considerando que el proceso de innovación implica por definición una novedad, el mismo ha sido definido como incierto (Lundvall y Johnson, 1994; Rosenberg, 1994). Si bien las firmas están motivadas por la percepción de alguna oportunidad inexplorada, la misma difícilmente incluye el conocimiento detallado de todos los aspectos involucrados en la creación o mejora de productos o procesos y su introducción en el mercado. Al respecto se han distinguido cuatro dimensiones de la incertidumbre: i) técnica, relacionada con la factibilidad de alcanzar el resultado esperado, ii) temporal, relacionada con el impedimento de saber el tiempo necesario para alcanzar dicho resultado; iii) comercial, relativa al posible éxito del producto en el mercado; y iv) estratégica, relacionada con conocer la respuesta de los competidores ante las estrategias adoptadas por la firma (Motta y Moreno, 2020).

[3] Institutos de I+D, empresas, universidades, proveedores, competidores, entre otros.

La pertenencia a redes o el establecimiento de vínculos con otras empresas e instituciones son fundamentales en la reducción de esta incertidumbre. Estas relaciones contribuyen a que las firmas repartan los costos y riesgos asociados con los procesos de innovación, ganen acceso a nuevos conocimientos, adquieran componentes tecnológicos decisivos y compartan activos en la manufactura, la comercialización y la distribución (OCDE, 1996).

2.2 Aprendizaje y acumulación de capacidades.

El enfoque evolucionista se diferencia de la teoría económica convencional, entre otras cuestiones, en la importancia que le otorga a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades. Desde la perspectiva neoclásica la tecnología es asimilable a la información y el conocimiento tecnológico es percibido como explícito, articulado, codificable y perfectamente transmisible. Las firmas pueden producir y usar innovaciones a partir de un *pool* de conocimiento científico y tecnológico que, gratuito o no, siempre entrega un conocimiento codificado y fácilmente reproducible. En el enfoque evolucionista, la información se distingue del conocimiento, el cual involucra el dominio de habilidades alcanzadas mediante procesos de aprendizaje, las cuales adoptan un carácter acumulativo y específico en torno a los agentes que las poseen (López, 1998). Según señala Lundvall, “el proceso de aprendizaje es fundamentalmente un proceso de construcción de competencias” (Lundvall, 1996, p.5, Traducción Propia).

Los procesos de aprendizaje no sólo involucran actividades de capacitación formales, realizadas generalmente en universidades, centros de investigación o laboratorios privados de I+D, sino que incluyen además un conjunto de actividades informales derivadas de la práctica. En este sentido, han sido reconocidos distintos procesos de aprendizaje: aprender haciendo (*learning by doing*), aprender con el uso (*learning by using*), aprender con la interacción (*learning by interacting*), aprender a aprender (*learning to learn*), aprender de las equivocaciones (*learning by failing*).

Se entiende que los procesos de aprendizaje nunca son automáticos, sino que requieren una inversión específica de recursos, de distinta calidad y magnitud según los casos, y a su vez, poseen un carácter social. Los procesos de aprendizaje de distinto tipo se van acumulando a lo largo del sendero evolutivo de los agentes y se manifiestan en la

construcción de activos tangibles e intangibles que resultan decisivos en el proceso de competencia. La noción de "economía del conocimiento" (*learning economy*) (Lundvall, 1996) ha sido utilizada para referirse a una economía en la cual el éxito de las personas, las empresas, las regiones y las economías nacionales reflejan su capacidad de aprender y olvidar. En este contexto, el cambio es rápido y el ritmo en que las habilidades adquiridas se vuelven obsoletas y las nuevas se demandan es alta (Lundvall, 1996).

Las capacidades y habilidades constituyen un tipo específico de conocimiento, denominado "saber cómo" (*know how)* según la tipología elaborada por Lundvall y Johnson (1994). Según señalan Lundvall y Lorenz (2010), el *know how* "Se puede relacionar con las habilidades de los artesanos y los trabajadores de producción. Pero de hecho desempeña un papel clave en todas las actividades económicas. Tanto el empresario que valora las perspectivas de mercado de un nuevo producto como el jefe de personal que selecciona y forma un equipo hacen uso de su know–how" (Lundvall y Lorenz, 2010, p. 50).

Forman parte asimismo de esta tipología el conocimiento sobre hechos y datos (*know what*), el conocimiento referido a los principios y leyes *(know why),* y el conocimiento sobre quién sabe qué y quién está especializado en la realización de determinadas tareas (*know who*). El *know who* implica la habilidad y el capital social que posibilita la cooperación y comunicación con otras personas, lo cual es particularmente importante considerando que "No hay una sola persona ni organización capaz de reunir todos los tipos de experiencia necesarios para desarrollar los procesos de innovación" (Lundvall y Lorenz, 2010, p. 50-51).

2.3 Difusión de innovaciones y capacidades de absorción.

Como señala López (1998) la distinción entre invención, innovación y difusión como tres etapas claramente separadas es un reflejo del modelo lineal de innovación. La invención es entendida como la actividad creativa aislada del proceso productivo que consiste en la primera aparición de una idea para un nuevo producto o proceso. La innovación consiste en la primera introducción comercial exitosa de un invento, cuyas

características ya se encontraban plenamente definidas. Finalmente, la difusión es entendida como una actividad similar a la copia encarada por los imitadores de la firma que originalmente introdujo la innovación.

Las críticas que ha recibido el modelo lineal son varias[4] a raíz de lo cual se desarrolló el modelo interactivo del proceso de innovación, desde el cual se entiende que la misma se caracteriza por la existencia de continuas interacciones y *feedbacks* entre las distintas etapas y actividades involucradas. En esta concepción, el proceso de difusión ya no es entendido como un proceso trivial y separado del proceso de innovación sino que son comprendidos como aspectos de un mismo proceso, en el cual tienen lugar la transformación de las innovaciones a partir del uso mediante procesos de aprendizaje interactivos. El proceso de difusión comprende una serie de instancias orientadas a adaptar la tecnología a las necesidades de la empresa e incrementar la eficiencia con la cual la misma se emplea. En este sentido, todo acto de adopción de una tecnología involucra ciertas transformaciones y es, por lo tanto, un acto de innovación incremental en sí mismo.

La difusión de tecnología puede realizarse de forma "incorporada" (a través de la compra de bienes de capital, componentes, insumos, etc.) o "desincorporada", la cual puede ocurrir tanto de forma "organizada" mediante licencias y asistencias técnicas entre otras y "no organizada", por la generación de externalidades o *spillovers* a partir de los procesos de innovación que realizan las firmas, de los cuales surgen "filtraciones" que permiten que el conocimiento generado en dichos procesos sea absorbido por otros agentes. La capacidad de absorción es entendida como la capacidad de una empresa de aprender a usar tecnología desarrollada por otra mediante un proceso que requiere de inversiones generalmente de tipo intangibles. El desempeño de gran parte de las empresas que se encuentran lejos de la frontera tecnológica depende en gran medida de la adopción de productos y procesos desarrollados por otros agentes (OCDE, 1996).

---

[4] 1. No necesariamente la ciencia precede a la tecnología, muchas veces la relación es a la inversa. Además, el lapso entre los avances tecnológicos y su aplicación científica varía desde meses hasta siglos. 2. Los procesos innovativos no consisten en etapas claramente separables ó en una sucesión de actos bien definidos sino en procesos continuos 3. La "ciencia pura" no es algo exógeno a la economía. 4. Durante su "ciclo vital", los "inventos" experimentan cambios debidos al aprendizaje y a la interacción entre usuarios y proveedores, de los cuales pueden surgir aumentos de productividad y bajas de precios significativas. En consecuencia, una innovación solo adquiere significación económica a través de un proceso de rediseño, modificación y mejoras que se desarrollan continuamente a partir de su introducción en el mercado (López, 1998; Bisang, 2005).

2.4 Sistema Nacional, Regional y Local de Innovación.

El reconocimiento de que el desempeño innovativo no depende exclusivamente de la capacidad individual de las empresas, sino también de las interacciones entre diferentes agentes, dio lugar al surgimiento del enfoque SNI, el cual fue desarrollado inicialmente por Freeman (1987), Lundvall (1992) y Nelson (1993) y cuyo uso se ha extendido crecientemente alrededor del mundo. Según señalan Dutrénit y Sutz (2013) este enfoque se centra en los actores, las instituciones y sus relaciones, y contribuye en la comprensión de la dinámica intrínseca de la innovación. La mayor parte de la literatura sobre SNI existente en todo el mundo analiza las estructuras institucionales asociadas al mismo, concentrando la atención en su idoneidad para mejorar el desempeño innovador y la competitividad.

La dimensión nacional del Sistema resulta relevante en particular considerando el aspecto institucional de la innovación. El sistema educativo, el sistema de investigación, los esquemas de financiamiento y de regulación que afectan el desempeño general de los sectores productivos, por lo general, se definen en el ámbito nacional. La dimensión nacional del Sistema permite identificar actores que comparten una misma cultura, historia, idioma e instituciones sociales y políticas. Con el correr de los años, el análisis empírico y la discusión teórica le fue otorgando importancia a otras dimensiones complementarias a lo nacional: lo local, lo regional, lo sectorial y lo tecnológico, etc. En este sentido se desarrollaron los conceptos de “Sistema Sectorial de Innovación” (SSI), “Sistema Regional de Innovación” (SRI) y “Sistema Local de Innovación” (SLI), entre otros.

En un Sistema de Innovación, ya sea nacional, regional o local, intervienen las empresas, los institutos de I+D, las organizaciones de apoyo a la producción e innovación, la administración pública y el entorno. Con respecto al entorno, se ha señalado la importancia de tres factores contextuales que influyen decisivamente en la innovación. La financiación, con las características que tienen los proyectos innovadores (arriesgados, inciertos y de largo plazo); el capital humano, considerando las capacitaciones formales y otras formas de conocimiento tácito incorporado en las personas y la demanda tecnológica, tanto privada como pública (Coque y Memedovic, 2003).

Los Sistemas de Innovación (ya sea locales, regionales o nacionales) pueden adoptar una diversidad de configuraciones. Esta variabilidad comprende al tipo de agentes presentes, su acervo de competencias, las normas sociales y culturales que influyen en su comportamiento, la dinámica de sus relaciones y la forma en que se gestiona la circulación y producción de conocimiento, entre otros aspectos. Considerando esta diversidad de configuraciones, se ha señalado que la forma que adopta un Sistema puede convertirse tanto en una restricción al desarrollo de las empresas como en un elemento que potencia su crecimiento (Yoguel *et al*, 2009).

Por otra parte, la existencia de Sistemas que funcionen adecuadamente no anula las diferencias entre las empresas, dado que no todas son capaces de aprovechar un ambiente institucional virtuoso y las externalidades positivas derivadas del buen funcionamiento de un Sistema de Innovación. En términos generales, las empresas que cuentan con un menor nivel relativo de competencias tienden a aprovechar mejor las externalidades tangibles, como los recursos humanos calificados o la dotación de infraestructura física, que las externalidades intangibles vinculadas a la información y al conocimiento tecnológico y de mercado (Yoguel *et al* 2009).

Se ha señalado que pueden combinarse los enfoques de Sistemas Locales o Regionales de Innovación con los de Sistemas Sectoriales de Innovación (Orozco, 2016). En este sentido se argumenta que la capacidad de innovación de las empresas está determinada por sus capacidades endógenas, pero también por la capacidad de aprendizaje de la localidad o región en la que se ubica y por el desempeño del Sistema Sectorial de Innovación al que pertenece la empresa, así como por la ubicación de la empresa dentro de la cadena global de mercancías correspondiente y, más concretamente, por el tipo de gobernanza que se da en esa cadena.

Las empresas, sectores y territorios tienen capacidad para generar su propia dinámica, y se inscriben, al igual que los Sistemas Nacionales de Innovación, en procesos de innovación globales que se entrelazan entre sí (OCDE, 1999). Una forma de considerar el entorno global a nivel de sectores específicos es usando el enfoque de Cadenas Globales de Valor. El argumento central es que la oportunidad y los medios para implementar procesos de innovación dependen en gran medida de la posición que se ocupe en la misma. De allí que se señale que los vínculos internacionales desempeñan un papel central en el acceso al conocimiento y la tecnología para mejorar la innovación y el aprendizaje (Humphrey y Schmitz, 2002).

2.5 Patrones sectoriales del cambio técnico y Sistemas Sectoriales de Innovación.

En línea con la dimensión sectorial introducida previamente, en la taxonomía elaborada por Pavitt (1984) se reconocen diversas modalidades de desarrollo y adquisición de conocimientos tecnológicos según el sector en el que la empresa se desempeña. Siguiendo esta clasificación las industrias pueden clasificarse en cuatro grupos:

1) Basado en la ciencia: se caracteriza por la importancia de las actividades de I+D, ya que las oportunidades para innovar se vinculan directamente con los avances en la investigación básica y por desarrollar tecnologías que benefician al resto del aparato productivo.

2) Intensivo en escala: incluye industrias oligopólicas con grandes economías de escala y alta complejidad técnica y empresarial. Las capacidades de innovación se basan tanto en el desarrollo como en la adopción de equipo innovador, en el diseño de productos complejos en la explotación de ciertas economías de escala y en la capacidad de dominar organizaciones complejas.

3) Proveedores especializados: se caracteriza por la alta diversificación de la oferta y la elevada capacidad para desarrollar procesos innovativos. Estos sectores suministran equipos e instrumentos para el sistema industrial, apoyando sus actividades innovadoras en el conocimiento formal como informal.

4) Dominado por proveedores: está compuesto por las industrias más tradicionales cuyos procesos de innovación provienen de otros sectores, a través de compras de materiales y de bienes de capital. El aprendizaje se relaciona principalmente con la habilidad para adoptar y producir.

En un sentido similar, el concepto de SSI también se orienta a dar cuenta de las especificidades de los patrones de cambio tecnológico a nivel sectorial. Un SSI se define como un grupo de firmas que participan en los procesos de diseño y fabricación de los productos de un determinado sector, así como en la generación y empleo de las tecnologías dominantes en ese sector. Las mismas pueden entablar relaciones de cooperación en el desarrollo tecnológico o de competencia innovativa, productiva y comercial (Breschi y Malerba, 1997).

En este sentido, siguiendo a Malerba y Mani (2009) se puede sostener que el SSI tiene tres componentes fundamentales: a) la base de conocimientos y el patrón tecnológico del sector, considerando sus vínculos y complementariedades con industrias y servicios en la cadena productiva; b) las organizaciones participantes en el sistema, sus redes y relaciones; y c) el marco institucional, que comprende las normas, las reglas (escritas y no escritas), los hábitos y las rutinas compartidas.

Los límites geográficos del SSI emergen de las condiciones específicas de desarrollo y de los regímenes tecnológicos dominantes en cada actividad, de forma que diferentes industrias pueden tener distintos límites competitivos, interactivos y organizacionales. Según señala Orozco (2016) otro elemento relativo a los límites espaciales es que en sistemas con bases de conocimiento predominantemente tácitas, que forman parte de sistemas complejos y extensos, y en los cuales las fuentes de nuevos conocimientos provienen en gran medida de la interacción usuarios-productores, la proximidad física juega un rol importante en facilitar la transmisión de conocimiento entre agentes y los límites espaciales de los procesos innovativos tendrán una naturaleza predominantemente local. Cuando los conocimientos son más bien codificables y las fuentes de nuevo conocimiento se asocian a avancen científicos y de tipo genéricos, la proximidad geográfica no juega un papel tan relevante y los límites espaciales de los procesos innovativos tenderán a ser de naturaleza nacional, internacional o global.

2.6 Consideraciones sobre los elementos que serán recuperados en la investigación.

Si bien esta investigación no se inscribe dentro del enfoque de la Economía de la Innovación, la misma aporta distintos elementos que serán retomados para analizar el caso seleccionado. Por un lado, la centralidad que se le otorga a los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades, lo cual será en particular recuperado para analizar la trayectoria del grupo académico que tiene un rol decisivo en la conformación de Tecnópolis del Sur. Como se desarrollará en el capítulo 4, a lo largo de su trayectoria, los investigadores aprenden a desempeñar diversas habilidades que son perfeccionadas con la práctica (*learning by doing, learning by interacting, learning by failing*).

Otro elemento que será recuperado críticamente a lo largo del análisis es la representación de sistema característica del enfoque, con el objetivo de enfatizar la distancia existente entre el modelo y el contexto local en donde tienen lugar los

acontecimientos, caracterizado por la desarticulación entre el ámbito científico, el productivo y la política pública, y al interior de cada uno. Por otra parte, la dimensión relativa a lo sectorial, reflejada en el concepto de Sistema Sectorial de Innovación y en la taxonomía elaborada por Pavitt (1984) permite reflexionar acerca de las diversas modalidades de producción y uso de conocimientos tecnológicos según el sector que se trate. De allí que se hayan realizado ciertos esfuerzos por avanzar en la comprensión de las dinámicas específicas de producción y uso de conocimiento en el campo de la Electrónica y de la Microelectrónica y en las especificidades locales.

El concepto de Cadena Global de Valor, por su parte, permite recuperar la idea de que las oportunidades y limitaciones de las empresas se inscriben dentro de un contexto más amplio signado por procesos de innovación y competencia globales. Este aspecto parece ser de particular importancia en Microelectrónica.

3 Aportes desde América Latina.

3.1 El Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad: la cuestión de la autonomía y el desarrollo.

En América Latina, la cooperación entre el sector científico y el sector productivo, así como las relaciones entre el conocimiento, la innovación y el desarrollo han sido temas largamente abordados. Las formulaciones desarrolladas por los autores que se enmarcan en el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad (PLACTS) fueron formuladas en un contexto intelectual y político atravesado por el debate sobre las opciones de desarrollo. Las mismas han sido retomadas en Argentina como inspiración para la política pública a lo largo de distintos momentos históricos.

Desde mediados de la década de 1960, la evidencia sobre los límites de la industrialización sustitutiva, en particular en la eliminación de la vulnerabilidad externa, incentivó la emergencia de nuevas perspectivas como lo fue la “Teoría de la Dependencia” (Feld, 2015). Estos autores consideraban fundamental refutar las Teorías de la Modernización y la hipótesis según la cual, para lograr el desarrollo en los países de la periferia era necesario repetir las fases evolutivas de la economía de los países centrales. Frente a ello, elaboraron un modelo integrado en el cual desarrollo y

subdesarrollo eran vistos como dos caras de una misma moneda y no como etapas sucesivas de un modelo universal[5].

En este contexto, como señala Feld (2015), a fines de la década de 1960 y principios de la siguiente, la ciencia y la tecnología fueron retematizadas en el ámbito público como un asunto estratégico. En este momento se podía percibir una disconformidad en ciertos círculos con el modo en que se venían desarrollando las actividades científicas y tecnológicas, así como un replanteo sobre el papel que estas actividades debían desempeñar en las sociedades latinoamericanas. En este contexto surge PLACTS[6], como una reflexión crítica sobre las concepciones hegemónicas respecto de los vínculos entre la ciencia y la tecnología, el crecimiento económico y el desarrollo.

Siguiendo a Carrizo (2020) las preguntas que guiaron la reflexión de PLACTS pueden resumirse de la siguiente manera: "¿La ciencia y la tecnología son universales, neutras y de efectos siempre positivos, independientemente del contexto en que se apliquen? ¿Hasta qué punto los desarrollos científicos y tecnológicos de los países centrales contribuyen a resolver los problemas estructurales de nuestra región? ¿A qué concepciones de desarrollo político, económico y social responden las tendencias mundiales de la ciencia y la tecnología? ¿La ciencia y la tecnología latinoamericanas reproducen las relaciones de dependencia del escenario global o contribuyen a superarlas? ¿Cómo pensar e impulsar una ciencia y una tecnología que respondan íntegramente a las necesidades que definen el desarrollo genuino de los países de América Latina?" (Carrizo, 2020: p 76).

Uno de los trabajos pioneros y más influyentes de PLACTS fue "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", escrito por Sábato y Botana. En esta formulación el subdesarrollo de los países latinoamericanos se relaciona con la desarticulación entre el gobierno, la infraestructura científico-técnica y el sector productivo y la conexión de estos dos últimos sectores con los países desarrollados. La

---

[5] En un artículo más específicamente vinculado al tema de la ciencia y la tecnología, Sunkel (1975) se refirió a la división internacional del trabajo, según la cual el centro se especializaba en la generación del nuevo conocimiento científico y tecnológico y la periferia en su consumo y utilización rutinaria.

[6] Dos grandes planteos pueden reconocerse al interior de este conjunto de autores: uno más moderado, en el que se incluyen los trabajos y reflexiones de autores como Jorge Sabato, Amílcar Herrera, Jorge Katz, Carlos Mallmann y Alberto Aráoz, y otra más radical cuyo representante emblemático fue Oscar Varsavsky, quién cuestionó no solo las prácticas, agendas, modos de financiamiento y métodos de la ciencia sino también el orden social vigente. Como sostiene Hurtado (2010) *"mientras que Jorge Sabato no cree que la estructura económica imposibilite la implementación de estrategias para aumentar la autonomía tecnológica de forma incremental, Oscar Varsavsky sostiene que sólo un cambio de sistema puede dar a la ciencia y la tecnología un lugar legítimo en la región"* (Hurtado, 2010, p. 24).

dirección en la cual los países latinoamericanos deben avanzar para superar esta situación consiste en aumentar la capacidad de tomar decisiones de manera autónoma en cuestiones científicas y tecnológicas y de esta manera insertar la ciencia y la tecnología "en la trama misma del proceso de desarrollo" (Sábato y Botana, 1970, p.3). En este sentido la propuesta que se elabora consiste en fortalecer estas relaciones en sectores prioritarios (siderurgia, petróleo y energía, por ejemplo) y que los mismos operen de modo ejemplar para el resto de los sectores.

En línea con la idea de que los países desarrollados se especializan en la generación del nuevo conocimiento científico y tecnológico y la periferia en su consumo de manera acrítica, Sábato (1972) se refiere al "comercio de tecnología" en vez de a la "transferencia" de la misma y señala que cuando tiene lugar este comercio entre países desarrollados y subdesarrollados se verifica la inexistencia de barreras aduaneras, la compra del paquete tecnológico completo y adquisición de tecnología desarrollada en base a las características del país de origen.

La cuestión de la autonomía tecnológica en la formulación de Sábato significa, seleccionar la tecnología más adecuada a partir de una búsqueda de alternativas sobre la base de una demanda específica, así como tener capacidad para decidir qué, cómo y cuánto importar y de qué manera generar tecnología propia complementando o modificando la tecnología importada, al menos en componentes del paquete. Asimismo, significa tener la capacidad para poder realizar la "apertura del paquete tecnológico" o "desagregación de tecnología" que implica no comprar paquetes cerrados, llave en mano, sino desagregar previamente los componentes que se pueden producir localmente; tener la capacidad para "rearmar el paquete tecnológico", que consiste en la realización de ingeniería reversa o en copiar a partir de productos terminados, lo cual posibilita la asimilación de tecnología. Finalmente, tener la visión para comprar, alquilar y negociar (cuando no se pueda desarrollar) e intentar un paulatino aumento en la proporción de la participación nacional, lo cual permitiría ir sustituyendo las importaciones de equipos y tecnología.

Un grado superior de capacidad tecnológica consiste en la producción de tecnología, a través de lo que Sábato denomina "fábricas de tecnología", la cual no hace investigación con el objetivo de hacer avanzar la ciencia, sino como un negocio que debe ser rentable, en términos privados o sociales. El diagnóstico concluye en que la falta de producción de tecnología organizada y sistemática en los países en desarrollo sostiene la dependencia tecnológica respecto de los países desarrollados.

Las formulaciones elaboradas por PLACTS sobre la desarticulación entre el sector académico, el productivo y la política pública, así como la cuestión de la autonomía tecnológica respecto de los países centrales son traídas a colación en esta investigación ya que han sido recuperadas, al menos discursivamente, como orientadoras de la política pública en ciencia y tecnología en distintos momentos históricos, entre ellos durante el período en el cual se crea el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC) dentro de la ANPCYT y se conforma el CAPP Tecnópolis del Sur.

3.2 Relaciones Universidad Empresa: fundamento, implicancias y dificultades.

La formulación relativa al estrechamiento de las relaciones entre la universidad y la empresa se desplegó al calor de las reformas estructurales impulsadas por el liberalismo económico durante los años 80 y 90. En la misma, según Vaccarezza (1997), se conjugan una serie de postulados: la revalorización del empresario como agente primario de la innovación, la consigna indiscutible de que la tecnología es la fuente primaria de competitividad internacional, la disolución del papel del Estado en tanto motor del desarrollo tecnológico, el desentendimiento relativo del mismo respecto del financiamiento de la educación universitaria y de la investigación científica y el descrédito relativo de la investigación científica como fuente de contenidos no "utilitarios”.

Si bien el enfoque que enfatiza el carácter interactivo de los procesos de innovación justificó el estrechamiento de las relaciones entre el sector científico y el productivo, este no ha sido el único argumento. Se ha señalado asimismo que la relación con las empresas se presenta como una forma de acceder a recursos financieros adicionales para la investigación, particularmente significativo en contextos de reducción del financiamiento público, y como forma de legitimar la misma desde argumentos relacionados con la relevancia, pertinencia y utilidad práctica del conocimiento.

El fomento de estas relaciones ha tenido implicancias significativas en las universidades y en otros centros productores de conocimiento. Por un lado, porque estas instituciones se vieron transformadas al compás de la creación de mecanismos de interfaz y transferencia, y por otra parte, porque ha generado tensiones y debates relacionados con la comercialización del conocimiento académico como una actividad incompatible con los valores académicos tradicionales. En este sentido, cabe señalar que la universidad pública latinoamericana ha seguido una trayectoria determinada en gran parte por el

Movimiento de Reforma Universitaria. La dimensión social asumida por la universidad latinoamericana y su particular forma de abordar la tercera misión desde las actividades de extensión generó tensiones importantes en lo relativo a la vinculación con las empresas, ya que estas relaciones fueron consideradas contrarias a la función de servicio público propia de la institución (Castro y Vega Jurado, 2009).

Un tema recurrente en la literatura latinoamericana que aborda las relaciones entre las instituciones productoras de conocimiento, el sector productivo y los gobiernos es que, si bien se trata de articulación virtuosa, la relación no está exenta de dificultades y la vinculación es débil en los países de América Latina (Vessuri, 1995). En este sentido, desde el enfoque de las Relaciones Universidad Empresa se han señalado barreras para la cooperación relacionadas con las características de los organismos productores de ciencia y tecnología, los gobiernos y el perfil de especialización productiva, entre otros.

Sobre este último punto se ha señalado que la especialización productiva latinoamericana se ha perfilado en sectores tradicionales de bajo contenido tecnológico, cuya dinámica innovadora depende en gran medida de los proveedores de bienes y equipos ubicados en otros contextos geográficos (Vega Jurado et al, 2011). Se entiende que una estructura económica con este tipo de configuración no favorece la demanda empresarial de conocimiento científico tecnológico y no contribuye al establecimiento de intereses comunes entre el sistema de investigación y el sector productivo.

Otro rasgo que complementa lo anteriormente señalado es el predominio de las pymes en las estructuras productivas latinoamericanas, las cuales suelen tener dificultades para absorber las innovaciones tecnológicas, más aún cuando no se desempeñan en sectores tecnológicamente avanzados. A esto se suele agregar en el diagnóstico: una cultura empresarial poco proclive a la innovación tecnológica, el predominio de estrategias de reducción de costos sobre las estrategias de innovación en tecnologías así como el predominio en el sector dinámico de la economía de subsidiarias de empresas transnacionales, con estrategias de globalización de la I+D coherente con sus estrategias productivas (Vega Jurado et al, 2011).

En lo relativo a las universidades y otros organismos productores de conocimiento se ha señalado que la normatividad institucional tiende a dificultar la vinculación con el sector productivo y que los hábitos académicos pueden resultar contrarios a los requerimientos y pautas empresariales (en particular en lo relativo al valor económico del tiempo y el valor científico de las mercancías). Finalmente, sobre los gobiernos se ha señalado que las trabas están relacionadas con el mantenimiento de políticas y modelos de gestión de

la ciencia que desestimulan la orientación comercial de la investigación universitaria (típicamente, los criterios de evaluación de la actividad científica) y normativas inadecuadas que no aseguran el beneficio mutuo entre el investigador, la universidad y la empresa.

3.2.1 Consideraciones sobre el fomento de las relaciones Universidad- Empresa.

Reconociendo las dificultades que existen para la cooperación entre el sector científico y el sector productivo se han implementado estructuras de interfaz, comúnmente denominadas UVT, e instrumentos de fomento. Las primeras son estructuras de gestión orientadas a facilitar las relaciones entre los actores, mientras que los instrumentos de fomento consisten en incentivos destinados a favorecer el desarrollo de actividades de cooperación entre las partes. Entre ellos cabe destacar: la financiación de proyectos de I+D conjuntos, las facilidades para fomentar la movilidad entre el entorno científico y el empresarial, aportes económicos para la creación de centros de I+D mixtos y el establecimiento de PCT y polos tecnológicos (PT), entre otros.

Según señala Vaccarezza (1997), si en América Latina la existencia de instrumentos de política no basta para activar la interacción entre universidades y empresas, es necesario profundizar en las características propias de la dinámica de la interacción para tener una mejor comprensión del proceso de innovación tecnológica posible a partir de los elementos sociales e institucionales disponibles. En este sentido este autor plantea que cabe considerar, por un lado, que están involucrados muchos más actores que los que el modelo Universidad Empresa y sus instrumentos postulan, por ejemplo: los clientes y proveedores, los fabricantes de equipos, las entidades financieras y las delegaciones sindicales de fábrica. Por otra parte, lo que se ha planteado como diferencias "culturales" entre los investigadores universitarios y los empresarios y abordado a través de actividades de sensibilización para el "cambio cultural" (conferencias, visitas a otros países exitosos, talleres de vinculación practicados por programas de organismos públicos y universidades) en realidad se trata de la cuestión del desconocimiento mutuo de los diferentes aspectos que conforman la cotidianidad del trabajo de investigación y de producción. Esta comprensión no parece ser un atributo fácilmente transmisible a través de los mencionados mecanismos de sensibilización sino a través de procesos de socialización a largo plazo.

Asimismo, si bien la política de vinculación se plantea con el objetivo de la innovación tecnológica, la vinculación entre ambas partes se desarrolla con frecuencia en base a

demandas rutinarias. Finalmente, los procesos de innovación y, por lo tanto, de vinculación universidad-empresa suponen la interacción entre actores sociales. Referir a la vinculación como una relación entre instituciones inhibe considerar que los motivos de la conducta no son reducibles a las funciones y misiones formales de las instituciones. La universidad no se reduce a un término de la interacción sino que constituye un conglomerado de actores, cada cual con intereses específicos respecto a la vinculación con la empresa y lo mismo en esta, si bien con una menor constelación de actores y mecanismos institucionales (Vaccarezza, 1997).

Otro aspecto del fenómeno que se ha puesto de manifiesto relativo al fomento de estas relaciones es la variabilidad de situaciones que engloban las denominaciones genéricas de "universidad" y "empresa". En este sentido para clarificar el análisis cabe considerar el tipo de universidad y de empresa que se relacionan o pretenden relacionarse. Fernández de Lucio *et al* (2000) plantean que entre las universidades se pueden distinguir distintos tipos: i) aquella en la que fundamentalmente se imparte docencia; ii) aquella en la que se combinan las actividades docentes con las de investigación; iii) la universidad que adopta un papel activo para la discusión y resolución de problemas de la sociedad en la cual se inserta; iv) aquella que enfoca una parte de sus actividades docentes y de I+D con criterios empresariales y que aborda eficazmente la cooperación con la sociedad y v) la universidad "emprendedora" (Clark, 1998) la cual tiene aspectos comunes con la anterior pero en este caso el conocimiento no representa un bien económico objeto de intercambio sino que está puesto al servicio de su entorno socioeconómico.

Las posibilidades que estos tipos tan diversos de universidades tienen de cooperar con las empresas en actividades de I+D son muy diferentes. En lo referido a las empresas cabe hacer la misma distinción. Existen factores que facilitan o dificultan la capacidad de innovar de las mismas y de cooperar con otros actores, entre ellos las universidades. Algunos factores que cabría tener en cuenta para comprender esta variabilidad son: tamaño, sector de actividad, formación de los directivos y recursos humanos y actitud hacia la innovación (en la cual se puede distinguir el tipo de organización, política de formación, política de calidad, política de renovación tecnológica, estrategia de negocio a medio y largo plazo, ámbito de sus mercados, entre otras).

Teniendo en cuenta los factores mencionados, las empresas pueden ser clasificadas en cuatro grandes grupos, en lo que a su capacidad o predisposición a colaborar con universidades se refiere: pyme de sectores de alta tecnología, empresas grandes de

sectores de alta tecnología, empresas grandes de sectores maduros y pyme de sectores maduros o tradicionales. La relación que se puede establecer entre cada tipo de universidad y los diversos tipos de empresa será diferente. Una universidad de tipo "emprendedora" es probable que se relacione sin dificultades con una PYME de sectores avanzados y con una empresa grande de sectores de alta tecnología ya que en las mismas, la innovación en general y las actividades de I+D en particular forman parte de su estrategia, mientras que pueden existir mayores dificultades en la colaboración con empresas de sectores maduros (Fernández de Lucio *et al*, 2000).

Los estudios sobre las Relaciones Universidad Empresa suelen enfatizar los beneficios -económicos, intelectuales, sistémicos e institucionales (Britto y Lugones, 2019)- que la relación proporciona a las partes, así como las barreras que la dificultan. De allí, la importancia que se le otorga a las UVT o PCT como mecanismos para el acercamiento. Las experiencias de "vinculación" suelen ser evaluadas en términos normativos, lo cual deriva en historias de "éxito" o "fracaso". En este sentido coincidimos con Hoeser y Versino (2006) en que este abordaje no permite abordar la totalidad de las interacciones generadas entre los actores involucrados ni la riqueza del fenómeno analizado.

3.3 Sistema Nacional de Innovación en América Latina.

El enfoque SNI ha sido utilizado por distintos autores latinoamericanos para describir la estructura de actores y las relaciones que se establecen orientadas a los procesos de innovación (Katz y Bercovitz, 1993; Cassiolato, *et al*, 2003; López, 2007; Dutrénit *et al*., 2010). El enfoque se usa como un marco conceptual destinado a entender los procesos de innovación, como una herramienta para caracterizar la estructura de agentes y sus relaciones y como una guía para el diseño y la implementación de las políticas de CTI en diferentes contextos nacionales (Dutrenit, 2009). No obstante, se ha postulado que en América Latina, SNI es un concepto "ex ante" (Sutz y Arocena, 2001) en tanto existen pocas pautas del comportamiento socioeconómico asociado con la innovación que operen de forma sistémica. De allí que caracteriza una configuración ideal todavía no materializada en vez de una realidad existente.

En línea con lo anterior, para el caso de Argentina, salvo algunas acciones relevantes pero no suficientemente generalizadas, se ha planteado que se está lejos de poder verificar la existencia real de un SNI (Terneus Escudero *et al*, 2002). La desarticulación entre los componentes del SNI argentino se entiende al considerar que, en los distintos

modelos de desarrollo, los procesos de innovación han ocupado un lugar secundario. Las características de la estructura productiva local se relacionan con la posición que ocupan las empresas locales en las Cadenas Globales de Valor y con su especialización en segmentos productivos de baja generación de conocimiento (Anlló y Peirano, 2005).

Por otra parte, también se ha señalado que las principales instituciones de ciencia y tecnología y de apoyo a la producción se han ido creando se manera poco sistémica, coexistiendo la superposición de esfuerzos, en un contexto de fuerte concentración geográfica, con áreas de vacancia. Finalmente, también se ha señalado que la dinámica del SNI argentino se ve afectada por la reducida proporción de recursos destinados a las actividades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). Particularmente notable es la escasa participación del sector privado en el financiamiento total de estas actividades (Porta y Lugones, 2011). Salvo un conjunto de empresas que actúan en campos intensivos en conocimiento y mantienen fuertes vínculos con el mundo académico, la tendencia es la de una escasa demanda de conocimiento innovador de parte del sector productivo (Moldovan *et al*, 2011).

Lo mencionado resulta significativo para el caso Tecnópolis del Sur ya que pone de manifiesto la distancia existente entre el modelo SNI y la configuración realmente existente. El surgimiento del esquema asociativo Tecnópolis del Sur no responde a una demanda de conocimiento de parte del sector productivo sino a un contexto favorable que se abre desde la política pública y a la iniciativa de un grupo de investigadores. La conformación del PCT se proyecta con la expectativa de dinamizar las relaciones, mejorar la articulación entre las instituciones científicas y las empresas y elevar el nivel tecnológico de las mismas pero sin el dinamismo del sector privado, poniéndose de manifiesto el rol central que desempeñan los gobiernos y los actores académicos en lo que puede ser percibido como un intento de conformar un Sistema Local de Innovación. Como veremos en el capítulo 4, la desarticulación entre los “componentes del sistema” se expresa asimismo entre los distintos niveles de gobierno.

4 El carácter localizado del conocimiento.

4.1. Parques y polos científico tecnológicos como modelos para la cooperación público privada.

Como se señaló previamente, considerando que la cooperación entre el sector científico y el productivo no acontece habitualmente de manera espontánea, se han diseñado e implementado distintos mecanismos e instrumentos orientados al fomento de la misma.

En este sentido, el PCT y el Polo Tecnológico (PT) se han propuesto de manera creciente como modelos para favorecer esa articulación, impulsar la innovación y fomentar el crecimiento económico de la región en la cual se insertan. Existen numerosas formas de nombrar[7] a estos arreglos y no existen definiciones únicas sobre los mismos.

Diversos autores (Castells y Hall 1994; Ondategui 2000; Assey *et al*, 1992; Gomes, 1998) reconocen que el antecedente inmediato del PCT y PT está estrechamente ligado a la experiencia de Silicon Valley, en California, y la Ruta 128, en Massachusetts, Estados Unidos. A partir de estas experiencias los gobiernos y las universidades, frecuentemente en asociación con empresas privadas han intentado reproducir estos arreglos mediante la creación de espacios destinados a generar y facilitar el intercambio de conocimiento entre los centros de investigación y las empresas.

Según Assey *et al* (1992), frecuentemente se define un PCT según los efectos supuestamente derivados del arreglo. Considerando las definiciones aportadas por distintos autores, los PCT favorecen: la promoción de nuevas empresas, en particular de base tecnológica, un mayor grado de formalización de las interacciones universidad-empresa, la creación de nuevas fuentes de trabajo, la generación de renta, y el hecho de que las empresas que pertenecen a estos arreglos tendrán un elevado nivel tecnológico, con un margen de ventaja competitiva debido a esta característica.

Uno de los supuestos atribuidos al PCT y PT se relaciona con la idea de que la proximidad física es una condición para el impulso eficaz en las relaciones entre la academia y la empresa. En este sentido estos arreglos, al facilitar los contactos entre diversos actores, producen un efecto de sinergia que inspira cierto éxito y confianza como instrumento de desarrollo económico[8].

Según Rodríguez Pose (2012), si bien no existe una definición globalmente aceptada de PCT, el punto en común entre académicos y asociaciones es un área geográfica delimitada, que alberga instituciones de investigación y empresas intensivas en conocimiento, y que está destinada a favorecer el desarrollo de actividades científicas y

---

[7] Tecnópolis, polos tecnológicos, parques científicos y tecnológicos, parques científicos (Science Parks), son algunos de los nombres que estos arreglos reciben.

[8] En este sentido, el concepto de fertilización cruzada fue descrito por P. Laffitte como: *"la reunión en un mismo lugar de actividades de alta tecnología, centros de investigación, empresas, universidades, así como organismos financieros que, facilitando los contactos entre estos agentes, produce un efecto de sinergia de donde pueden surgir las ideas nuevas, las innovaciones técnicas y suscitar la creación de empresas"* (citado en Ondategui, 2000: p.2).

tecnológicas y la aplicación del conocimiento. El objetivo último es la generación de crecimiento económico sostenible en el territorio en el que se instala el PCT.

En lo relativo a la ubicación y la configuración que adoptan estos arreglos se puede distinguir entre las experiencias en las cuales la universidad y las empresas están reunidas en un mismo espacio ó dispersas en el espacio local. Asimismo, otra distinción que se puede realizar es considerando la existencia de una entidad coordinadora, si es de carácter formal o informal. En este sentido Medeiros (1990) y Medeiros *et al* (1992)[9] aportan una tipología que diferencia al PCT del PT sobre la base de los mencionados criterios:

i) Polo Tecnológico con estructura organizacional informal: las empresas y las instituciones científico tecnológicas se encuentran dispersas en la ciudad y a pesar de que no existe una entidad coordinadora formal se llevan adelante distintos proyectos y actividades que contribuyen a la interacción entre los actores.

ii) Polo Tecnológico con estructura organizacional formal: las empresas y las instituciones científico tecnológicas se encuentran dispersas en la ciudad pero existe una entidad coordinadora formal que promueve la integración entre los socios, entre otras acciones.

iii) Parque Tecnológico: las empresas y la universidad están reunidas en un mismo espacio (frecuentemente el *campus* de la universidad o en las proximidades de la misma) y existe una entidad coordinadora que facilita la integración entre los actores y la administración de las facilidades.

4.2 La teoría de los polos de desarrollo.

Según Ondategui (2000), la experiencia iniciada en Estados Unidos con Silicon Valley y la Ruta 128 tiene su equivalente en Europa con los planes de desarrollo que aplicaron la teoría de los polos de François Perroux. Desde el concepto de polo de desarrollo introducido por este autor a mediados del siglo XX se plantea la idea de que el crecimiento económico no se presenta en todas partes al mismo tiempo, sino que se manifiesta en ciertos puntos o polos de crecimiento con intensidades variables.

[9] Citado en Gomes, 1999.

En esta formulación el crecimiento puede ser inducido a través de firmas dinámicas, denominadas “industrias motrices”, y de la concentración territorial de la actividad. Los polos responden a las industrias motrices, las cuales impulsan el crecimiento de otras industrias. La industria motriz tiene la propiedad de aumentar la demanda de bienes y servicios de una o de varias industrias (las industrias inducidas) cuando aumentan sus gastos y servicios. La proximidad y los contactos humanos son elementos que intensifican las actividades económicas y la diferenciación interregional. El polo industrial complejo, geográficamente aglomerado, modifica su medio inmediato y puede modificar la estructura entera de la economía nacional en la que está situado. Como centro de acumulación y de aglomeración de medios humanos y de capitales fijos y móviles, atrae otros centros de acumulación y aglomeración de medios humanos y de capital (Perroux, 1963). Este esquema tiene implicancias geográficas debido a que estas firmas originan procesos de concentración territorial de la actividad y de la población, lo que genera como contracara el crecimiento de las desigualdades regionales.

El planteo de Perroux sobre los polos de desarrollo sirvió de inspiración para la implementación de políticas de desarrollo regional. Según Benko (1998), la teoría de la polarización proporcionó la base para la política de planificación y desarrollo en los ´60, la cual se renueva en la década de los ´80 asociada al modelo de las tecnópolis, las cuales reemplazan al complejo industrial como la fuerza que impulsa la actividad económica.

4.3 Tecnópolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI.

A mediados de la década de los ´90, Castells y Hall (1994) agruparon bajo el concepto de tecnópolis diversos intentos de planificar y promover, dentro de un área determinada, una producción relacionada con la industria tecnológicamente innovadora. Asimismo, incluyeron experiencias semi espontáneas y las principales metrópolis, que se mantenían como los principales centros de innovación y alta tecnología del mundo.

Estos autores parten del diagnóstico de que las ciudades y las regiones fueron profundamente modificadas a partir de la década de 1970 por tres procesos interconectados: una revolución tecnológica, basada principalmente en las TICs, la formación de una economía global y el surgimiento de una nueva forma de producción y gestión económica, denominada “informacional”, “caracterizada por el hecho de que la productividad y la competitividad se basan de forma creciente en la generación de

nuevos conocimientos y en el acceso al procesamiento de la información adecuada" (Castells y Hall, 1994, p.22). En el marco de estas transformaciones tienen lugar cambios de tipo organizativos que tienden a los sistemas de redes y los procesos flexibles de producción.

Los autores señalan que mientras existían zonas que permanecían ancladas en actividades en recesión otras regiones emergían como "escenarios prósperos de la nueva ola de innovación e inversión" (Castells y Hall, 1994, p. 28). Las tecnópolis son comparadas con las fábricas de la economía industrial dado que son concebidas como la forma de producción emblemática del modo de producción informacional. Si bien algunas tecnópolis son inversiones inmobiliarias del sector privado, en general son promovidas por los gobiernos (nacionales, regionales o locales) o las universidades en asociación con empresas privadas. Uno de los mecanismos más importantes por los cuales las tecnópolis crean ventajas competitivas está dado por anclar redes orientadas al intercambio de conocimiento[10] y al apoyo de un mercado laboral dinámico.

Esta forma de entender las tecnópolis los llevó a considerar el concepto de "medio innovador", el cual es definido como el sistema de estructuras sociales, institucionales, organizativas, económicas y territoriales que crean las condiciones para una generación continua de "sinergias" y su inversión en un proceso de producción que se origina a partir de esta capacidad sinérgica, tanto para las unidades de producción que son parte de este medio innovador como para el medio en su conjunto.

Castells y Hall (1994) reconocen distintos tipos de tecnópolis, los cuales representan distintas configuraciones de medio innovador:

a. Los complejos industriales de empresas de alta tecnología que han sido construidas sobre la base de un medio innovador (Silicon Valley y la Ruta 128).
b. Las ciudades de la ciencia, es decir, complejos científicos de investigación sin vínculo directo con el aparato productivo (Akademgorodok, Tsukuba, Taedok y Kansai).
c. Los parques tecnológicos, en donde las actividades de innovación no están excluidas pero se definen principalmente en términos del desarrollo económico (Hsinchu, Sofía Antípolis y Cambridge).

[10] Denominadas "redes sociales de información", cuya génesis, estructura y organización variará de acuerdo con las características de la cultura local y el entorno institucional.

d. Los programas de tecnópolis como instrumento de desarrollo regional y descentralización industrial (el programa de tecnópolis de Japón).
e. Las grandes áreas metropolitanas del mundo industrializado, ya que allí se sigue llevando a cabo la producción de alta tecnología e innovación (Tokio, París, Londres, Nueva York, Berlín, Los Ángeles y Múnich).

Los autores identifican tres motivos distintos que impulsan la creación de tecnópolis. Uno de ellos es la renovación de las industrias, en la cual se trata de crear nuevos empleos en nuevas industrias que reemplacen a las antiguas y que permitan crear productos más sofisticados. Otro motivo que explica la creación de tecnópolis es el desarrollo regional y la reducción de disparidades entre regiones, lo cual puede significar trasladar industrias desde una región central hacia las menos desarrolladas.

Finalmente, el elemento decisivo en la construcción de tecnópolis es la creación de sinergias. Se trata de "la generación de nueva información de alto valor a través de la interacción humana" (…) "la sinergia es medida con frecuencia en términos de redes que conectan a los individuos de muchas organizaciones diferentes (públicas, semi públicas, privadas, sin fines de lucro y con fines de lucro, de pequeña escala y gran escala) con un sistema que fomenta el libre flujo de información y, gracias a esto, la generación de innovación. Un lugar así es el arquetipo del medio innovador, que podría definirse como un lugar en donde la sinergia opera de forma efectiva para generar una innovación constante, sobre la base de una organización social específica para el complejo de producción ubicado en ese lugar"[11] (Castells y Hall, 1994, p. 314-315).

Si bien el modelo de Silicon Valley aparece como dominante y como el único capaz de generar sinergia, la evidencia recabada sugiere que la ubicación paradigmática del medio innovador, especialmente en las primeras épocas, se ha situado en las grandes ciudades metropolitanas[12], especialmente en la periferia de las mismas. Considerando que la innovación no consiste en el acto aislado de un individuo excepcional, sino en un proceso continuo, la misma es más probable que ocurra en el marco de densos sistemas de relaciones e intercambios entre la I+D y la producción.

[11] Ejemplos de sinergia son los desarrollos de nuevas tecnologías, por ejemplo, el invento del transistor en los Laboratorios Bell y el desarrollo de la computadora personal, la cual involucró una combinación de innovaciones entre 1974 y 1981 y en el cual estuvieron implicadas un gran número de personas y empresas en la zona de la Bahía de San Francisco.
[12] Londres, París, Berlín, Nueva York, Tokio, Los Angeles y Munich.

La posibilidad de que tengan lugar estos intercambios se pone en cuestión con la división del trabajo en procesos y la descentralización de la producción. Por otra parte, con el crecimiento de los laboratorios de I+D dentro de las grandes empresas, los procesos de innovación se han convertido en una rutina y se han burocratizado[13]. El modelo de empresa integrada verticalmente que trata de mantener sus conocimientos ocultos de otras empresas no encuentra un interés real en un ambiente de tecnópolis. En este sentido los autores señalan que el desempeño de Japón luego de la Segunda Guerra Mundial no se basó en el modelo de sinergias al estilo de Silicon Valley, sino en la investigación organizada dentro de los laboratorios de las grandes empresas[14], con la diferencia de que las empresas americanas abandonaron el medio metropolitano y las japonesas centralizan sus principales actividades, entre ellas la I+D en Tokio[15].

Con respecto al rol de los Estados[16], los autores señalan que el auge de las tecnópolis debe entenderse en relación con el rol que los mismos desempeñaron en el desarrollo tecnológico. Los modelos son variados y abarcan desde la economía planificada de la Unión Soviética (caso Akademgorodok) hasta los diversos casos en que un Estado capitalista entra en relación con las corporaciones privadas[17]. Resulta evidente en los denominados casos de Estado desarrollista como Japón, Singapur, Hong-Kong, Taiwan y Corea, si bien también son típicos de países occidentales desarrollados en los cuales los gobiernos nacionales respaldan proyectos de alta tecnología motivados por cuestiones de defensa o prestigio. Incluso en Silicon Valley, el arquetipo del modelo de la libre empresa, los contratos de defensa en los primeros años fueron decisivos para el desarrollo de la industria de semiconductores.

---

[13] Se ejemplifica con el caso de IMB, una empresa *"clara y notoriamente innovadora y sin embargo no necesita de una red de información urbana para generar sinergia; la realiza dentro de su organización"* (Castells y Hall, 1994, p. 317). Este modelo fue desarrollado en principio por las empresas de alta tecnología norteamericanas y posteriormente implementado por empresas japonesas, entre otras.

[14] Por ejemplo, Toshiba, Hitachi, NTT, NEC, Mitsubishi.

[15] El motivo de la centralización de la actividad en Tokio son las estrechas relaciones que deben mantener las empresas con los bancos *keiretsu (*de donde obtienen el financiamiento para las actividades de I+D a largo plazo) y con el Ministerio de Comercio Exterior e Industria (MITI). A este modelo lo denominan *corporativo estatista* para diferenciarlo del modelo *corporativo privado americano*, si bien Estados Unidos también tiene su propia versión del corporativismo estatista. Se ejemplifica con la Western Development Division de las Fuerzas Aéreas situada en Los Ángeles y las vinculaciones con las redes de contratistas y subcontratistas que al estar sujetas a las reglas de los contratos de defensa las sinergias del sistema se apartaron de las normas del mercado.

[16] El Estado no es concebido como una entidad monolítica sino como un conjunto de diferentes niveles y segmentos que pueden tener distintas agendas y entrar en conflicto.

[17] En una relación proveedor- cliente, como coordinador estratégico ó como una mixtura de las anteriores.

En lo relativo al lugar que ocupan las universidades en la trayectoria de las tecnópolis, cabe señalar que éste ha sido fundamental pero solo en ciertos casos, por ejemplo Standford para Silicon Valley y L´École Nationale des Mines para Sofía- Antípolis. Otras universidades a pesar de estar ubicadas en un medio innovador no han desempeñado un papel destacado. Las universidades son significativas para las tecnópolis en la medida en que generan nuevo conocimiento, forman recursos humanos locales[18] y apoyan el proceso de transformación de productos de investigación en productos comerciales. Una de las conclusiones es que, cuanto más estrictamente académica es una universidad, más improbable será que contribuya al desarrollo de una tecnópolis. No obstante, la posibilidad de que las universidades desempeñen un papel innovador está relacionada con el mantenimiento de lazos formales e informales con el mundo industrial y a la vez con mantenerse autónomas, fijando sus propias agendas de investigación y criterios de calidad y promoción[19].

Finalmente, Castells y Hall señalan que construir una tecnópolis no consiste simplemente a crear un lugar físico, sino que implica asimismo asegurar que un conjunto de procesos tengan lugar de manera eficiente, uno de los cuales es la creación e intercambio de conocimiento. Otras características decisivas de las tecnópolis son una mano de obra altamente calificada y un capital dispuesto a tomar el riesgo de invertir en innovación. La combinación de estos recursos es poco probable que tenga lugar de manera espontánea, siguiendo la lógica de mercado, más aún en aquellas zonas que están iniciando este proceso. Mientras que algunas redes pueden surgir impulsadas por la presencia de firmas innovadoras, las mismas han tendido a ser activamente movilizadas y sostenidas con apoyo público, el cual, como ya se mencionó, es un factor importante en la evolución de estas configuraciones.

4.4 Revisión y síntesis de un concepto de tecnópolis contemporáneo.

Luego de dos décadas de que fuese publicado el libro de Castells y Hall (1994), Miao *et al* (2015) reflexionan acerca de la relevancia de las tecnópolis en el contexto actual y analizan los cambios en la forma que adoptaron estos arreglos y las funciones que desempeñan. Una de las premisas de estos autores es que el conocimiento puede ser

[18] Si bien algunas empresas pueden contratar a su personal del mercado nacional ó internacional, en aquellas que no están ubicadas en una “zona industrial urbana avanzada” es de gran importancia contar con mano de obra local calificada (Castells y Hall, 1994, p. 323).

[19] Se entiende que las universidades completamente dependientes de fuentes de financiación externa son vulnerables a sus presiones y a que la calidad de su investigación y formación disminuya.

intercambiado globalmente, mediado a través de las TICs. De allí la pregunta relativa a las ventajas de crear plataformas físicas para facilitar ese intercambio entre socios geográficamente cercanos.
Tres cuestiones son particularmente tenidas en cuenta en la revisión y actualización que hacen sobre estos arreglos institucionales: la forma en la cual las tecnópolis generan sinergias entre los actores, el rol de los gobiernos en la trayectoria de estos arreglos y los aspectos prácticos relativos a cómo la implementación de los mismos crea (o de hecho no crea) beneficios económicos y la mejora del rendimiento innovador.

Hay dos cuestiones relativas a las tecnópolis que parecen haber cambiado desde mediados de los ´90 a la actualidad. Una tiene que ver con lo que Castells y Hall entendían como "medio innovador", el cual ha cambiado de forma al calor de los procesos de externalización de actividades de I+D por parte de grandes multinacionales intensivas en conocimientos y de los procesos de innovación abierta. Lo que se puede evidenciar en la actualidad es la internalización del concepto de innovación abierta en la forma espacial de los *campus*. La segunda es la relevancia que adquiere la cuestión de la gobernanza. Al ser las tecnópolis un espacio en el que confluyen intereses diversos y en donde la coordinación entre los niveles de gobierno tiene implicancias en la evolución del proyecto, la cuestión de la gobernanza (que no había sido mayormente considerada por Castells y Hall) resulta actualmente decisiva.

En un intento por actualizar el concepto de tecnópolis, Miao *et al* (2015) caracterizan de manera estilizada la forma que estos arreglos adquieren en la actualidad. La primera dimensión del cambio tiene que ver con la forma en que las universidades se relacionan con las tecnópolis y, en particular, con la difusión de la noción *"world-class university"* (Salmi, 2009). La relevancia que han adquirido los *rankings* internacionales y la aparente incompatibilidad entre la relevancia local y la excelencia global tiende a desincentivar el trabajo de colaboración entre las universidades y las empresas locales. No obstante, la internacionalización de las universidades abre la posibilidad de que se introduzcan nuevas perspectivas y conocimientos en las comunidades asociadas a las tecnópolis.

La segunda característica de las tecnópolis contemporáneas tiene que ver con la localización de las mismas. Mientras que Castells y Hall (1994) encontraban en la periferia de las grandes áreas metropolitanas la ubicación paradigmática del medio

innovador, actualmente parecería tratarse de un fenómeno completamente urbano asociado a la percepción de que estos arreglos tienen cierto potencial a la hora de favorecer un proceso de regeneración urbana y de desarrollar nuevas industrias. Predomina la idea de que las tecnópolis pueden contribuir a crear *"collective knowledge pools"* de los cuales un rango de industrias diferentes puede nutrirse para sostener su proceso de innovación y competitividad.

La tercera dimensión del cambio se refiere a la relevancia de la proximidad geográfica en los procesos de incorporación de I+D a la producción. Las características que adoptan en la actualidad las TICs derivan en que no resulta decisiva la ubicación física para intercambiar conocimiento. La percepción de que el conocimiento ya no está más exclusivamente embebido en comunidades físicas, sino que puede existir alrededor de otros tipos de comunidades virtuales, tiene profundas consecuencias para la forma en que las tecnópolis crean ventajas competitivas.

En este sentido, Miao *et al,* (2015) señalan que*:* "Es por lo tanto muy importante entender la dinámica más amplia y las estructuras sociales de estos *pools* de conocimiento, en particular la forma en que interactúan con y se embeben en tipos particulares de lugares como las tecnópolis. Claramente, el espacio importa para las comunidades que producen conocimiento pero en una forma distinta que hasta ahora debido a la dinámica cambiante de la comunidad. Estas comunidades que producen conocimiento han tendido a volverse más una organización flexible operando como una coalición "suelta" en la cual los socios van y vienen dependiendo en su interés en las actividades de innovación" (Miao *et al,* 2015, p. 289-290.Traducción propia).

Finalmente, la última característica distintiva de las tecnópolis es su vínculo estrecho con el apuntalamiento de regímenes tecnológicos. Algunas experiencias de tecnópolis analizadas por Castells y Hall (1994) estuvieron relacionadas con el desarrollo de proyectos tecnológicos nacionales. Miao *et al* (2015) sugieren que las tecnópolis pueden volverse lugares centrales para la coordinación de nuevas comunidades epistémicas sobre las cuales se asiente el desarrollo de nuevos campos tecnológicos y sectores. Estos arreglos podrían actuar como puntos de referencia de proyectos tecnológicos nacionales, en los cuales se concentren las inversiones orientadas a la mayor acumulación y transformación.

4.5 La proximidad en sus distintas dimensiones: los aportes de la Escuela Francesa de las Dinámicas de Proximidad.

Como se señaló previamente, el supuesto central del modelo de PCT consiste en que la proximidad geográfica es una condición para el impulso eficaz en las relaciones entre la academia y la empresa. Estos arreglos, al reunir en un mismo espacio a empresas e instituciones académicas, facilitan los contactos entre los actores e inspiran cierta confianza como instrumento de desarrollo económico. La cercanía física es entendida como un factor determinante para el intercambio de conocimiento y la innovación.

Entre la publicación del libro de Castells y Hall (1994) y la revisión que del mismo hacen Miao *et al* (2015), la Escuela Francesa de las Dinámicas de Proximidad hizo un aporte fundamental al sostener, por un lado, que la proximidad es un fenómeno complejo compuesto por distintas dimensiones, no solo la geográfica, y por otro lado, que un "exceso" de proximidad puede tener efectos negativos (Torre y Gilly, 2000; Boschma, 2005; Torre y Wallet, 2014). De allí que se distingue entre proximidad geográfica y proximidad organizacional (Torre y Rallet, 2005), y se comienza a poner en cuestión si la proximidad geográfica es necesaria para innovar y en qué momento la misma es significativa (y cuando no lo es).

Boschma (2005), además de la proximidad geográfica, distingue analíticamente la proximidad cognitiva, organizacional, social e institucional. En lo relativo a la proximidad cognitiva cabe señalar que la capacidad de los actores y de las empresas de absorber nuevo conocimiento requiere que su propia base de conocimiento esté lo suficientemente cerca del nuevo conocimiento para poder ser comunicada, entendida y procesada (Cohen and Levinthal, 1990). Con la noción de proximidad cognitiva, se entiende que las personas que comparten la misma base de conocimientos y experiencias pueden aprender los unos de otros y en este sentido la proximidad cognitiva favorece la comunicación y los intercambios de conocimiento.
No obstante una proximidad cognitiva excesiva puede ir en detrimento del aprendizaje y la innovación principalmente por el efecto de *lock in*, es decir por quedar encerrados en las mismas fuentes de información y conocimiento que pueden oscurecer el desarrollo de nuevos productos y servicios así como de oportunidades de mercado. En este sentido cabe resaltar la importancia de mantener fuentes heterogéneas de conocimiento,

requiriéndose cierto equilibrio para permitir, por un lado, la absorción e intercambio de conocimiento así como dar lugar a la novedad y las fuentes heterogéneas del mismo (Boschma, 2005).

La creación de conocimiento, por otra parte, también depende de la capacidad de coordinar el intercambio de insumos complementarios de distintos actores provenientes de organizaciones diversas. La dimensión organizacional de la proximidad refiere a la regulación de las relaciones entre los actores sociales, fundada en la reducción de la incertidumbre y el posible oportunismo en la creación de conocimiento. Un exceso de proximidad organizacional no obstante podría ser contraproducente para el aprendizaje interactivo debido a que la falta de flexibilidad puede funcionar como un chaleco de fuerza para la acción cuando las condiciones iniciales cambian. Es decir la dimensión organizacional, separada solo a los fines analíticos de la dimensión cognitiva, refiere a la estructura de gobernanza que oscila entre la autonomía y el control.

La proximidad social refiere a las relaciones basadas en el compromiso y la confianza. La proximidad geográfica es probable que estimule la proximidad social ya que las distancias geográficas cortas tienden a favorecer la interacción y la construcción de confianza. Suire y Vicente (2008) han señalado en este sentido que la cercanía tiene un efecto en la confianza ya que es más fácil comportarse en forma inapropiada ante alguien que está lejos que ante alguien con quien se interactúa permanentemente. La proximidad social puede estimular el aprendizaje interactivo debido a la confianza y compromiso, sin embargo, demasiada proximidad social podría concebirse como negativa debido a la subestimación del riesgo que puede generar el comportamiento oportunista.

En lo relativo a las instituciones se ha señalado que tanto las formales (leyes y reglas) como las informales (normas y hábitos) influyen en el grado y forma en que los actores y las organizaciones coordinan su acción (Edquist y Johnson, 1997). En este sentido las instituciones habilitan ó limitan mecanismos que afectan la transferencia del conocimiento, el aprendizaje interactivo y en consecuencia los procesos de innovación. La noción de proximidad institucional refiere a la idea de actores que comparten las mismas reglas de juego, así como hábitos y valores. Un lenguaje común, así como un sistema legal que garantice la propiedad y los derechos de propiedad intelectual, se entiende que proporcionan la base para la coordinación económica y el aprendizaje interactivo. No obstante, mientras que la estabilidad institucional reduce la

incertidumbre cierto balance podría requerirse para que tengan lugar la exploración de nuevos arreglos institucionales (Boschma, 2005).

Finalmente, con respecto a la proximidad geográfica también se ha señalado que tiene tanto efectos positivos como negativos. Mientras que favorece el intercambio de bienes, servicios, información y conocimiento y genera un efecto positivo sobre la confianza, un exceso de proximidad geográfica puede presentar mayores escenarios de conflicto así como una falta de apertura al mundo exterior. Según señala Boschma (2005) la proximidad geográfica combinada con cierto nivel de proximidad cognitiva parece ser suficiente para que el aprendizaje interactivo tenga lugar. Las otras dimensiones de la proximidad (social, organizacional e institucional) pueden actuar como un sustituto de la proximidad geográfica. Torre (2008) por su parte añade un nuevo elemento al distinguir entre la proximidad geográfica ocasional, derivada de la movilidad de los actores, de la co localizacion permanente, presente en el modelo de PCT.

El reconocimiento de distintos tipos de proximidad, la idea de que la misma no es siempre positiva así como la distinción entre proximidad geográfica ocasional y colocalización permanente complejizan el análisis sobre el rol que desempeñan los PCT en los procesos de intercambio de conocimiento. Si bien la proximidad geográfica facilita el intercambio de conocimiento, no es un prerrequisito para que el mismo ocurra, más aún en el contexto de uso generalizado de las TICs. Por otra parte, si bien el intercambio de conocimiento tácito requiere de interacción cara a cara, esta necesidad no necesariamente requiere co presencia permanente.

4.6 Consideraciones sobre los resultados de los Parques Científico Tecnológicos.

Según Gomes (1999) la corriente principal que aborda el estudio de PCTs y PTs sostiene que los mismos favorecen el desarrollo económico como consecuencia de su capacidad para incentivar la creación de empresas de base tecnológica y la formalización de las interacciones universidad-empresa, entre otros. No obstante, plantea que existe otra perspectiva que pone en cuestión los efectos supuestamente derivados de estos arreglos. En este sentido, reseña una serie de trabajos que han tenido lugar en países centrales (Inglaterra, Alemania, Francia, entre otros) que sostienen que no fueron encontradas diferencias significativas en las relaciones formales entre empresas y universidades localizadas en el interior de un parque científico de aquellas localizadas en el exterior (Monck *et al*, 1990; Ruffiex, 1987) y que el nivel tecnológico de las empresas que forman parte de estos arreglos no siempre es elevado ni tienen

como principal actividad la ejecución de actividades de investigación y desarrollo (I+D) (Charles, 1995; Franz, 1995; Xue y Wang, 1998).

En un sentido similar, según reseña Pose (2012), Joseph (1989) y Phillimore (1999), para el caso de Australia, Sheamur y Doloreux (2000), para el de Canadá, y Lindelof y Lofsten (2003 y 2004), Fergusson y Olofsson (2004) y Lofsten y Lindelof (2005), para el de Suecia, no encuentran evidencia de que la localización de empresas en los PCT propicie diferencias relevantes en la generación de patentes, interacción con centros de investigación o en el nivel de ventas y creación de empleo calificado. Luger y Goldstein (1991), Doloreux (2002), Appold (2004) y Wallsten (2004) no han encontrado una relación en lo que se refiere al establecimiento de PCTs y el desarrollo regional.

Estudios como los de Siegel, Westhead y Wright (2001 y 2003) para el caso del Reino Unido, Colombo y Delmastro (2002) para el caso de Italia, Lindelof y Lofsten (2003 y 2004) para el caso de Suecia, Fukugawa (2006) para el caso de Japón, y Squicciarini (2008) para el caso de Finlandia, concluyen que si bien las empresas instaladas en PCT han aumento su actividad de investigación, estos estudios no pueden confirmar que esto se manifieste en una mayor actividad innovadora y productividad. Más aún tampoco se obtiene evidencia de que la intensidad de los contactos formales en el seno del PCT alcance un nivel que permita referirse a un proceso significativo de transferencia de nuevo conocimiento (Pose, 2012).

Tsamis (2009) llevó adelante un estudio sobre los PCTs de países europeos con un menor grado de desarrollo -Grecia, Portugal, España e Italia- (instalados en regiones que podrían caracterizarse como “rezagadas”) en donde se implementó el modelo como un instrumento de desarrollo socioeconómico. El estudio concluye que para la mayoría de los casos (implementados entre 1990 y 2004), lejos de facilitar el despliegue de un entorno intensivo en innovación, los PCT no han logrado convertirse en dinamizadores del desarrollo económico. Según señala el autor, los resultados se deben a las características del entorno - la presencia de una base tecnológica y de conocimiento relativamente débil, la presencia de actitudes contrarias al riesgo, la falta de tradición de cooperación entre empresas y la escasa demanda local de servicios intensivos en conocimiento- lo cual contribuyó en el mejor de los casos a generar centros con mano de obra altamente calificada y, en el peor de los casos, emprendimientos inmobiliarios.

Lo señalado en este punto sugiere que, la evidencia respecto de las posibilidades del PCT en generar los efectos supuestamente derivados no es concluyente y que la mera instalación de los mismos no garantiza un proceso de transferencia de conocimiento y el

desarrollo de un Sistema Local o Regional de Innovación. La trayectoria del PCT parecería estar relacionada con una serie de condiciones, entre ellas: el grado de implicación de los distintos actores del entorno (empresas y organizaciones de apoyo a la producción, gobiernos en sus distintos niveles y organizaciones del sector científico, entre otros) en el emprendimiento, un tejido productivo con posibilidades e intención real de comprometerse en actividades de I+D, mecanismos orientados a establecer y sostener la colaboración y adecuada infraestructura física así como científico tecnológica.

4.7 La experiencia latinoamericana.

Si en los países centrales existe evidencia de arreglos que no han arrojado los resultados esperados, en países periféricos cabría esperar resultados aún menos alentadores. No obstante, bajo la influencia del enfoque que promueve las Relaciones Universidad Empresa, se han elaborado recomendaciones o acciones de política orientadas al establecimiento de PCTs, entre otros dispositivos, con la expectativa de poder promocionar el desarrollo tecnológico y económico de las empresas involucradas así como de la región en la cual estos arreglos se insertan (Thomas *et al*, 1996; Velho *et al*, 1998).

Para el caso de Argentina Albornoz (1992) señala que a fines de los ´80 y principios de los ´90 el modelo despertó cierto entusiasmo y generó la elaboración de distintos proyectos[20]. No obstante, al cabo de un tiempo varios de estos se abandonaron o se reformularon, en parte, debido a que fue una configuración que despertó más interés en el ámbito universitario que en el sector productivo. Según señala Rodríguez Pose (2012) en América Latina la implementación de PCTs es relativamente reciente -la mayoría de los arreglos operativos se han abierto durante la década de los 2000- pero generalizada. Más allá de la heterogeneidad de experiencias, Brasil y México son los países latinoamericanos que cuentan con mayor cantidad de PCTs. En los países del Cono Sur, con excepción de Brasil, y en México sus principales impulsores han sido las universidades, incluso Facultades y Departamentos, o centros de investigación.

[20] Uno de ellos tuvo lugar en el ámbito de la UBA. Luego de un estudio de factibilidad, este proyecto se desestima y se crea en su lugar UBATEC, que surge como una empresa intermediadora con régimen de Sociedad Anónima, orientada a impulsar y administrar convenios de vinculación entre empresas y laboratorios universitarios, de la cual participa la Unión Industrial Argentina (UIA), la Confederación General de la Industria (CGI) y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires (Albornoz, 1992).

En el marco de un estudio realizado en distintos países latinoamericanos[21], a pesar de la diversidad de regiones y experiencias, Pose (2012) señala que la mayoría de los PCTs del continente se han desarrollado en condiciones alejadas de las del PCT ideal, frecuentemente con escasos medios y tradición de inversión en I+D, en regiones cuyos actores se encuentran desarticulados bajo la fragilidad de las instituciones ligadas a la innovación y ante la ausencia de demanda de este instrumento por parte del tejido empresarial. La evidencia sugiere que los PCT no han desempeñado un papel destacado en mejorar la capacidad innovadora de las empresas involucradas en el arreglo, ni han ejercido una influencia relevante en la actividad económica del territorio en el que se ubican.

En un sentido similar, en un estudio realizado sobre dos PCT ubicados en México y Colombia, Giraldo Palacio (2019) concluye que si bien los mismos constituyen las iniciativas más consolidadas de los mencionados países, no han logrado posicionarse como instrumentos efectivos para la promoción de las interacciones entre los actores. Mientras que ambos PCT cuentan con una buena infraestructura científico tecnológica no se han implementado mecanismos eficaces para la promoción de las capacidades relacionales entre los actores involucrados. Asimismo, señala que estos arreglos solo podrían tener utilidad en regiones con cierta madurez en la definición política sobre el desarrollo de la ciencia y la tecnología y además "un tejido empresarial innovador con posibilidades reales de involucrarse sostenidamente en las dinámicas de creación de conocimiento e innovación" (Giraldo Palacio, 2019, p. 377).

4.8 Aspectos que serán recuperados en el análisis sobre el modelo de Parque Científico Tecnológico.

Al modelo de PCT se le atribuye la capacidad de fortalecer las relaciones entre el sector científico y el sector productivo, favorecer la promoción de nuevas empresas de base tecnológica y contribuir en el desarrollo económico de la región en la cual se inserta. Uno de los supuestos centrales en el que se basa el modelo consiste en que la proximidad física es una condición para el impulso eficaz de las relaciones entre la academia y la empresa.

[21] El estudio se centró en los PCTs de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

Se ha señalado, no obstante, que la potencialidad de estos arreglos no está dada exclusivamente por la reunión física de un conjunto de actores diversos sino porque se desarrollen efectivamente una serie de procesos, fundamentalmente orientados a la creación e intercambio de conocimiento (Castells y Hall, 1994). Por otra parte el reconocimiento de distintos tipos de proximidad, la distinción entre proximidad geográfica ocasional y colocalización permanente así como el uso generalizado de las TICs parecen ser elementos que ponen en cuestión el modelo de PCT (Boschma, 2005; Miao *et al* 2015).

Mientras que la reunión de instituciones de ciencia y tecnología y empresas en un PCT no necesariamente deriva en actividades de intercambio de conocimiento, las mismas pueden tener lugar aún entre actores geográficamente distantes. La proximidad cognitiva entre los actores ha sido identificada como central para la absorción e intercambio de conocimiento. En lo que se refiere a la proximidad geográfica, si bien la misma facilita el intercambio de conocimiento, no parece ser un requisito para que el mismo ocurra. Por otra parte, si bien el intercambio de conocimiento tácito requiere de interacción cara a cara, no necesariamente requiere co presencia permanente y puede ser resuelta con la proximidad geográfica ocasional, derivada de la movilidad de los actores.

En entornos donde la tendencia es el bajo gasto en I+D, con entramados productivos cuyas empresas no dependen de estar constantemente innovando y se encuentran alejadas de la frontera tecnológica, los mecanismos orientados a establecer y sostener la colaboración entre la academia y las empresas parecen ser particularmente significativos. El modelo de PCT despertó en América Latina cierto entusiasmo principalmente en el ámbito universitario y entre los hacedores de la política pública. Los estudios sobre estas configuraciones, no obstante, han señalado las limitaciones que las mismas encuentran en condiciones alejadas de las del PCT ideal (Rodríguez Pose, 2012; Giraldo Palacio, 2019).

Lo señalado resulta significativo para el análisis de Tecnópolis del Sur, ya que permite reflexionar acerca de las condiciones bajo las cuales esta experiencia se inicia. Como se desarrollará en el capítulo 4, esta iniciativa no surge como respuesta a una demanda de conocimiento de parte del sector productivo sino que se trata de una iniciativa del sector científico en un contexto de disponibilidad de fondos públicos. En la definición de la

estrategia de los investigadores ocupa un lugar destacado la confianza que les despierta el modelo de PCT como inductor privilegiado del desarrollo (Gomes, 1999). Si bien en esta experiencia no se concretó la posibilidad de un predio para la instalación del PCT (co presencia) como estaba previsto originalmente, tuvieron lugar una serie de procesos de producción y circulación del conocimiento orientados al agregado de valor a las empresas locales. Los mismos parecen haberse sustentado, durante la primera etapa, en la cercanía cognitiva, en los mecanismos que permitieron coordinar el intercambio (proximidad organizacional) y en el bajo gasto en I+D que esta experiencia les demandó a los empresarios.

5 La política pública para la cooperación entre la ciencia y la producción.

5.1 Aportes desde la ciencia política: la política pública, el enfoque procesal, la definición del problema y la ventana política.

Según señala Albornoz (2007) “el término "política científica" hace referencia al conjunto de políticas que pueden adoptar los estados y en particular los gobiernos con relación a la ciencia. En ese sentido, el término es análogo al de otras políticas públicas” (Albornoz, 2007, p. 1). Oszlak y O’Donnell (1995) definen a la política pública como “un conjunto de acciones y omisiones que manifiestan una determinada modalidad de intervención del Estado en relación con una cuestión que concita la atención, interés o movilización de otros actores en la sociedad civil” (Oszlak y O’Donnell, 1995, p. 112). Esta definición recupera el componente de la inacción gubernamental y reconoce la existencia de un componente relacional detrás de toda política pública al plantear que la política es una respuesta a una cuestión que ha generado la atención o interés de ciertos actores. Se asume por tanto que la política pública supone una demanda, y que detrás de esa demanda existen actores e intereses potencialmente en conflicto. Por otro lado, pone en el centro de la definición al Estado (no solo al gobierno) en tanto conjunto de instituciones públicas que ponen en ejecución, a través de una serie de acciones, esas decisiones. Otra aproximación es la de Aguilar Villanueva (2009) quien señala asimismo que toda política pública implica una teoría causal sobre cómo resolver o atenuar el problema que la política viene a atender, poniendo de manifiesto el vínculo entre conocimiento y política pública.

Una manera de comprender la política pública es mediante el enfoque procesal, el cual consiste en abordar las políticas públicas como un proceso estructurado en etapas o fases interrelacionadas, e identificar las cuestiones, preguntas y problemas que en cada una de esas etapas se busca resolver[22]. Si bien su capacidad reside en facilitar el estudio de un fenómeno complejo, en la práctica las etapas no se desarrollan de manera sucesiva, ordenadas de manera cronológica y realmente separadas. Según la clasificación propuesta por Aguilar Villanueva (1996), el proceso de la política pública comprende siete etapas: definición del problema, formación de la agenda, construcción de opciones, toma de decisión, implementación, evaluación y terminación o continuación de la política.

La definición del problema es, de alguna manera, cómo se origina la política. Esta etapa refiere al proceso a través del cual ciertos actores sociales identifican y definen un problema y lo convierten en una cuestión socialmente relevante. Esta fase se encuentra estrechamente ligada a la etapa de formación de la agenda, ya que colocar una cuestión en la agenda implica ir dando forma a una definición del problema y, sobre todo, que ésta sea abordable para el gobierno. La definición del problema está relacionada con la información disponible y con las teorías o modelos explicativos que permiten reconocer los componentes relevantes del problema, las causas, cuáles de ellas son tratables y cuáles no según consideraciones económicas y organizacionales, entre otras (Jaime *et al*, 2013).

Los problemas públicos, al ser construcciones sociales y no realidades objetivas, dependen de las valoraciones, percepciones y perspectivas de los ciudadanos, grupos involucrados y actores, que resultan de la contrastación de ciertos criterios de deseabilidad con la interpretación que los actores realizan de la realidad. A su vez, esos criterios de deseabilidad así como la forma en que se construye la realidad, son necesariamente múltiples por la diversidad de agentes sociales involucrados, lo que implica la coexistencia de visiones diferentes y en conflicto, la postulación de relaciones causales no consensuadas y la movilización de recursos en competencia. En este sentido, cuando se habla de un problema no solo está involucrada una supuesta situación factual, sino también el conjunto de creencias, valores y expectativas

[22] El estudio de la política pública como proceso ha permitido superar la concepción tradicional según la cual el análisis de la política pública se restringía al momento de la definición de la misma.

individuales, grupales o sociales, las cuales terminan por transformar algunos hechos en problemas[23].

Otra herramienta conceptual de la ciencia política para analizar las políticas públicas es el concepto de "ventana política" (*policy window*), introducido por Kingdon (2014), el cual remite a un contexto favorable que permite colocar ciertos temas en la agenda de gobierno, entendida como la lista de temas o problemas a los que los funcionarios gubernamentales y otros actores ligados a la política están prestando especial atención en un momento dado. Una ventana se suele abrir cuando un nuevo problema capta la atención de los funcionarios gubernamentales o cuando ocurre un cambio en el escenario político, por ejemplo, un cambio de gestión.

Las ventanas políticas no se abren frecuentemente y no permanecen abiertas por mucho tiempo, pero mientras están abiertas constituyen el momento adecuado para introducir ciertas iniciativas en la agenda. Este concepto será recuperado en el análisis ya que entendemos que permite enfatizar la importancia del contexto en el cual se desarrollan los procesos de cooperación entre actores académicos y empresarios y en particular que ciertos contextos resultan más propicios que otros para iniciar y desplegar la colaboración.

5.2 La política pública en ciencia y tecnología: culturas políticas en la definición de su orientación.

En línea con la idea de que la política pública expresa una configuración particular de relaciones entre actores diversos, Elzinga y Jamison (1996) se refirieron a la existencia de distintas "culturas de las políticas" que compiten por recursos e influencias y tratan de influir en la orientación de la política en ciencia y tecnología. Si bien se trata de una caracterización estilizada, permite reflexionar acerca de las diferentes racionalidades involucradas en este proceso.

---

[23] En la perspectiva constructivista se entiende que los problemas sociales no son el producto de condiciones objetivas de la sociedad, sino que son el fruto de un proceso de definición colectiva de ciertas condiciones como problemas. Solo ciertos fenómenos sociales se constituyen en un momento determinado en causa de preocupación y pasan a ser considerados problemas sociales. Este proceso de definición colectiva transcurre en ciertos ámbitos, los cuales tienen una limitación respecto de la cantidad de problemas de los cuáles se pueden ocupar (Hilgartner y Bosk, 1988).

En esta formulación la cultura burocrática tiende a ocuparse de la administración eficiente de los recursos y del uso social de la ciencia, en particular la orientación de la misma hacia objetivos de la política. La cultura académica se interesa por una política para la ciencia, que salvaguarde las normas y valores que guían tradicionalmente la actividad científica y asegure el control de los científicos sobre la inversión en ciencia. En tercer lugar, la cultura económica centra su atención en la utilidad que la ciencia y la tecnología pueden tener para maximizar las ganancias de las empresas. Finalmente, la cultura cívica, encarnada típicamente en los movimientos populares, se aboca a las consecuencias e implicancias sociales de la ciencia (éticas o medioambientales, por ejemplo). En la formulación de Elzinga y Jamison (1996), la configuración que adopte la política en ciencia y tecnología estará estrechamente relacionada con la fuerza relativa y las relaciones entre estas culturas.

La ciencia y la tecnología no siempre fueron temas que estuvieron presentes en la agenda de los gobiernos. Es a partir de la Segunda Guerra Mundial que se percibe de manera generalizada la idea de que la ciencia y la tecnología pueden contribuir a alcanzar objetivos nacionales estratégicos, a raíz de lo cual los Estados se implicaron de manera decisiva en esta cuestión. La inspiración intelectual para la política científica en este contexto se encuentra en el informe *Ciencia, la frontera sin fin* elaborado en 1945 por Vannevar Bush, quien se desempeñaba como Director de la Oficina de Investigación y Desarrollo Científico de Estados Unidos.

El enfoque que subyace a este documento es lo que posteriormente se denominó como modelo lineal de innovación, según el cual el conocimiento es entendido como un continuo en el cual la ciencia básica impulsa la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico. El rol que le cabe al Estado en esta concepción es el de apoyar la investigación en ciencia básica y preservar la libertad de investigación. Resultaba decisivo en este planteo ser autónomo en ciencia básica ya que esta marca el ritmo del progreso tecnológico y de la introducción en el mercado de productos nuevos y competitivos (Bush, 1999; Albornoz, 2007).

Elzinga y Jamison (1996) definen al período inmediato a la posguerra como de hegemonía científica. Si bien la cultura académica entra a formar parte de alianzas más activas con la cultura burocrática y económica, amparada en los logros alcanzados durante la guerra, tiene lugar la percepción entre funcionarios del Estado y de las corporaciones que se debía dejar a los científicos que determinen sus propias prioridades. En los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial se puede

evidenciar la creación de instituciones e instrumentos que tienden a replicarse entre los países y la acción de organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) que adquieren importancia en la orientación de la política, el primero principalmente para los países periféricos y la OCDE para los centrales.

No obstante, paulatinamente, los análisis relativos al proceso de innovación en las empresas comenzaron a poner de manifiesto que no todas las innovaciones provienen de los resultados de las investigaciones científicas y que no todos los conocimientos básicos potencialmente aplicables llegan a ser transferidos, poniendo en evidencia la complejidad en la difusión del conocimiento. Amparada en estas reflexiones comienza una separación entre la política científica y la política tecnológica y una reducción del apoyo a la investigación básica en detrimento de la investigación aplicada, asociado a la preocupación por el desarrollo tecnológico. Durante la década de los ´80, frente al desafío que representaba el "milagro japonés" para los países occidentales desarrollados, se elaboraron recomendaciones orientadas a estimular el desarrollo de nuevas tecnologías mediante una política industrial activa así como fomentar una relación más estrecha entre las universidades y las industrias. La vinculación entre las universidades y las empresas se convirtió en un tema característico de la época, en el cual los distintos gobiernos implementaron instrumentos destinados a fortalecerla. En Japón y en los países en vías de desarrollo del Este de Asia, la política tecnológica había formado parte de la política industrial y, en comparación con los países occidentales, el Estado había desempeñado un papel más activo. En este contexto, los valores de la cultura económica dominan la formulación de la política científica y tecnológica (Elzinga y Jamison, 1996).

La renovada comprensión de las relaciones entre ciencia, tecnología e innovación comienza a desplazar al modelo lineal y a la "transferencia" de tecnología e impulsa la implementación de nuevos mecanismos de política científica y tecnológica, como el PCT y la incubadora de empresas. De allí que durante la década de los ´90 el modelo lineal implícito en la propuesta de Vannevar Bush fue decisivamente cuestionado (Albornoz, 2007) y el enfoque que enfatiza el carácter interactivo de los procesos de innovación pasó a explicar gran parte de la política pública de promoción de la misma. Según señala Carrizo (2019) se evidenció un giro "desde iniciativas horizontales dirigidas a fortalecer la infraestructura y las capacidades científico-tecnológicas de los

países, pasando por iniciativas focalizadas en sectores y tecnologías de interés especial, hasta derivar en políticas orientadas a misiones, dirigidas a objetivos específicos" (Carrizo, 2019, p. 46).

5.3 La política en ciencia y tecnología en Argentina: la primera generación de instituciones.

Como señalan Crespi y Dutrénit (2013), la experiencia del diseño e implementación de políticas de CTI tiene sus orígenes en la región latinoamericana en los años ´50. Consistente con el enfoque lineal y ofertista se crearon en la mayoría de los países de la región los Consejos Nacionales de Ciencia y Tecnología, orientados a apoyar la investigación científica, e institutos tecnológicos que operaban a nivel sectorial y cuya misión era transferir conocimiento y tecnologías a las unidades productivas que se desempeñaban en sectores estratégicos.

La política pública para el desarrollo tecnológico tuvo sus inicios en Argentina durante el gobierno de Juan Domingo Perón (1945-1955), cuando se comenzaron a desarrollar las primeras estrategias estatales de desarrollo tecnológico nacional: la creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Fábrica Militar de Aviones, las cuales resultaban funcionales a las políticas de industrialización sustitutiva de importaciones. A partir de 1950, según señala Hurtado (2010), las actividades de ciencia y técnica fueron concebidas como un componente de la planificación económica. La consigna de modernizar el perfil productivo del país define un enfoque más en clave técnica que científica orientado a la resolución de problemas locales específicos.

Las universidades junto con la CNEA, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y el CONICET constituyeron la columna vertebral del complejo científico y tecnológico argentino durante más de cuatro décadas, concentrando la mayor parte de los investigadores y del presupuesto. En este esquema, el Estado asumía el desarrollo de las actividades de ciencia y tecnología mediante el sostenimiento de la formación de recursos humanos y el apoyo a la producción de conocimiento así como la intervención en ciertos sectores considerados estratégicos (Del Bello, 2014).

Considerando los distintos actores y culturas involucradas en la formulación de la política científica y tecnológica, cabe destacar que en el caso de Argentina los empresarios no desempeñaron un papel trascendente en la formulación ni se

constituyeron en demandantes de conocimiento, dejando a la cultura burocrática la definición de la misma (Albornoz y Gordon, 2011).

Según señala Vaccarezza (1998) en este esquema institucional se puede evidenciar el desarrollo de dos modelos en ciencia y tecnología con consignas, misiones y fuentes de legitimidad diversa. Por un lado, la actividad tecnológica y la investigación con fines socioeconómicos, sustentada sobre todo en organismos sectoriales (INTI, INTA, CNEA, CITEFA[24]) y legitimada por su orientación a la resolución de problemas prácticos y a la transferencia de tecnologías al sector productivo o de defensa. Por otro lado, la ciencia académica, basada principalmente en las universidades y el CONICET, e incorporada aunque de manera periférica a la comunidad científica internacional de quién recibe su legitimidad, orientaciones y formas de organización.

5.4 Transformación institucional en los 90s: la introducción de la innovación en la agenda de la política.

Durante la década de los ´90 tiene lugar una profunda transformación en la configuración institucional del sector científico y tecnológico argentino en el marco de las recomendaciones del Consenso de Washington, el cuestionamiento generalizado hacia el modelo lineal y el consenso en torno al enfoque que enfatiza el carácter interactivo de los procesos de innovación. (Albornoz y Gordon, 2011; Hurtado, 2010; Versino *et al* 2013; Buschini y Di Bello, 2014; Del Bello, 2014; Aristimuño y Aguiar, 2015).

En el nuevo enfoque de políticas públicas se adopta como referencia para el diseño la noción de SNI. Si bien no se trata de un objetivo novedoso, la mejora de las capacidades tecnológicas de las empresas pasa a ser un objetivo explícito de la política y cobra particular relevancia la cuestión de la articulación entre las mismas y las instituciones científicas. Con la sanción de la Ley 23.877 se persiguió crear el marco legal para la implementación de una serie de mecanismos de apoyo que alentaran: un incremento en las vinculaciones entre las instituciones científicas y sector productivo, el financiamiento estatal de la innovación privada, un mayor margen de autofinanciamiento de las instituciones oficiales de ciencia y tecnología y una mayor inversión en ciencia y tecnología del sector privado y las provincias.

[24] CITEFA es la sigla que refiere al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas, creado en 1954, actualmente denominado Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF).

Entre las novedades institucionales que tienen lugar en esta etapa cabe destacar la creación de la figura de la UVT, destinada a facilitar la articulación entre el sector científico y tecnológico y el sector productivo; la creación en 1994 del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), destinado a financiar proyectos de innovación y modernización tecnológica que mejoren la competitividad de las empresas productoras de bienes y servicios; la creación de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT) en 1996 para ejecutar y administrar los instrumentos contemplados en la Ley 23.877; la creación del FONCYT, destinado a financiar proyectos de investigación elegidos de manera competitiva y la creación del Gabinete Científico Tecnológico (GACTEC) en el ámbito de la jefatura del Gabinete de Ministros, con el objeto de coordinar las acciones de los diferentes organismos de la administración pública nacional referidos a la temática.

Según Porta y Lugones (2011), durante la década de los ´90, las políticas de CTI se basaron predominantemente en un enfoque "de demanda" con una preeminencia de políticas horizontales. Los programas del FONCYT y FONTAR ejecutados por la ANPCYT pasaron a constituirse en los puntos nodales de la misma. En particular a partir de la segunda mitad de la década, la política hacia el sector se caracteriza por la separación de funciones[25], la realización de planes bianuales destinados a orientar los esfuerzos del sector y el financiamiento externo de las actividades de fomento a través de créditos del BID (Aristimuño y Aguiar, 2015).

Durante la primera década de los 2000 adquiere relevancia un enfoque de priorización de sectores considerados estratégicos, el diseño de algunas políticas de tipo vertical y la promoción de esquemas asociativos público privados para la promoción de capacidades identificadas como estratégicas (Porta y Lugones, 2011; Angelelli, 2011). Las características de la política en esta etapa serán abordadas en mayor profundidad durante el capítulo 3, dada la relevancia que la misma adquiere para comprender el caso Tecnópolis del Sur.

5.5 Elementos para el análisis de la política pública.

[25] Entre el diseño de la política, bajo la órbita de la SECYT, la promoción que recae principalmente en la ANPCYT y la ejecución en las universidades, CONICET, empresas, etc. Esta separación se fundamenta en darle al sistema mayor racionalidad y transparencia.

Las formulaciones presentadas previamente permiten comprender que la política científica, tecnológica y de innovación puede ser analizada como un caso de política pública -elaborada por los gobiernos en el marco de cuestiones, creencias, valores, intereses y recursos-, desde la historia de sus prioridades, instituciones e instrumentos, desde sus vínculos y articulaciones con otras políticas públicas así como en su relación con el desarrollo socioeconómico. La política pública en CTI puede ser abordada asimismo en el marco de la discusión respecto de la intervención del Estado y su rol en la promoción del desarrollo científico tecnológico. Al respecto Mazzucato (2011) ha señalado cómo el Estado es percibido erróneamente como quien corrige las "fallas" de mercado –en el mejor de los casos- o como un obstáculo a la creación de riqueza –en el peor de los casos- cuando en realidad el Estado y el financiamiento público han sido los principales elementos del crecimiento basado en la innovación, al invertir en los momentos de mayor incertidumbre.

Uno de los objetivos que nos planteamos en esta investigación es comprender el rol que desempeñó el gobierno y la política pública en el surgimiento y trayectoria de la experiencia asociativa. Entendemos que, en este caso, el sector público funcionó como un incentivo para la cooperación en el marco de una política de apoyo a la asociatividad público privada para el desarrollo de capacidades específicas, y en este sentido abrió la posibilidad para que esta experiencia tuviera lugar. El concepto de "ventana política" (Kingdom, 2014) así como el análisis sobre el proceso de elaboración de la política, contemplando las expectativas, valoraciones y concepciones de los funcionarios, los recursos disponibles y el proceso de definición de prioridades, serán recuperados en el análisis.

6. Recapitulando. Elementos conceptuales para comprender las relaciones entre la academia, la industria y la política de fomento a la asociatividad sectorial público-privada en Argentina.

El enfoque de Sistemas Nacionales, Regionales y Locales de Innovación así como los modelos de PCT y PT se fundamentan en el lugar destacado que se le otorga a la I+D para la producción, y en las interacciones para la producción y circulación del conocimiento. El desarrollo de Sistemas Regionales y Locales de Innovación así como la conformación de PCT y PT son modelos que han adquirido una notable difusión, y

sobre los cuales se ha generado gran expectativa dado que remiten a la construcción de entornos propicios para la innovación y el agregado de valor a la producción.

Como se señaló a lo largo de este capítulo, existe una clara distancia entre la centralidad que se le otorga al comportamiento sistémico desde el enfoque SNI y la desarticulación que predomina en el contexto local. En este sentido se coincide con el planteo de Casas (2001) según el cual, para analizar las relaciones entre las instituciones productoras de conocimiento y los sectores productivos en América Latina, el enfoque debe ser distinto de aquel que intenta encontrar exclusivamente innovación y transferencia tecnológica. Conocer cómo se construyen los ambientes para la innovación en países que presentan un limitado dinamismo en estas actividades lleva a incursionar en la generación, la transferencia y el intercambio del conocimiento, el cual puede llevarse adelante considerando las redes de conocimiento (Casas, 2001; Casas, 2002; Luna, 2003; Luna y Velasco, 2006).

Las redes de conocimiento se construyen mediante intercambios entre un conjunto de actores que tienen intereses comunes en el desarrollo o aplicación de conocimiento para proyectos científicos, de desarrollo tecnológico y de mejoramiento de los procesos productivos. Desde este enfoque también se hace referencia a la construcción de entornos propicios para la innovación pero, dadas las características de los entramados productivos latinoamericanos y de la complejidad que reviste el proceso, se enfatiza en el amplio espectro de flujos intangibles que están implicados en el intercambio de conocimiento y que no siempre se materializan en la introducción de un nuevo producto en el mercado. Se recupera del enfoque SNI la relevancia que se le otorga a las interacciones entre diversos actores para la producción de conocimiento -sobre las cuales se sustentan los “espacios regionales de conocimiento” (Casas, 2002)- sin centrarse exclusivamente en los procesos que ya generaron innovaciones, sino en particular en los procesos de formación de redes, en las cuales se transmiten conocimientos, que pueden generar procesos innovativos y de desarrollo regional. Por los aspectos mencionados, consideramos que este enfoque es pertinente para avanzar en la comprensión del caso Tecnópolis del Sur.

6.1 Características, elementos y dimensiones de análisis presentes en el enfoque redes de conocimiento.

Las redes de conocimiento se constituyen en una base para la integración de lo que se denomina “espacios regionales de conocimiento”. Estos espacios pueden generar, mediante el apoyo institucional y las políticas adecuadas, Sistemas de Innovación Locales y Regionales. Los espacios regionales de conocimiento son en sí mismos relevantes, en la medida que implican procesos de aprendizaje y de recombinación de saberes mediados por redes, por medio de las cuales fluyen los conocimientos para resolver problemas de sectores específicos. Estos espacios se caracterizan por la existencia de universidades, institutos y centros de investigación que han acumulado conocimiento en diversos campos. Otro elemento que define estos espacios es la presencia de empresarios, técnicos y asociaciones empresariales que le otorgan valor al conocimiento académico en la solución de problemas de la producción (Casas Guerrero, 2002).

Un tercer elemento en la definición de estos espacios es la aparición de redes informales, muchas veces basadas en relaciones cara a cara, que favorecen el proceso de aprendizaje entre los actores y que derivan en la generación de confianza entre los mismos. Se entiende que la confianza opera en diferentes niveles: una confianza estratégica, basada en la obtención de beneficios mutuos, una confianza basada en el prestigio (académico o comercial), y una confianza personal o social similar a la que tiene lugar en las comunidades o familias. En las redes están involucrados los principios de solidaridad y reciprocidad, que influyen en la conformación de capital social y dependen de factores como la similitud cultural, los intereses que se comparten y la cercanía geográfica (Luna, 2003).

La puesta en marcha de organismos mixtos, que colaboran en la construcción de consensos relativos a las oportunidades y necesidades de conocimiento orientado al entorno regional y local, así como la participación de los gobiernos locales en la creación de capacidades y como facilitadores de las interacciones constituye otro elemento importante para la formación de estos espacios. Por último, se ha reconocido que el deseo implícito o explícito de algunos actores de encontrar ventanas de oportunidad en la economía nacional o internacional por medio de la solución de problemas específicos de la producción, apoyándose en el conocimiento, es una situación que ha tenido lugar en ciertas regiones y que facilita y estimula la construcción de redes de conocimiento (Casas, 2002).

En lo relativo a la metodología para el análisis de redes de conocimiento se han definido una serie de dimensiones para el análisis de las mismas (Casas, 2001). Una de ellas es el

contexto socioeconómico y político que hace posible la colaboración entre el sector público y privado. En este aspecto cabe considerar las condiciones institucionales, las políticas y programas así como las capacidades y el conocimiento acumulado en distintos ámbitos.

Otra dimensión es la estructura de las redes. En este punto se considera el tamaño, la densidad y los distintos actores (institucionales o individuales) que participan en la conformación de las mismas. Se distingue de dónde surge la iniciativa de la red, quiénes mantienen el liderazgo y si se dan cambios en este aspecto. Se presta particular atención a los actores colectivos y mixtos, ya que desempeñan un papel fundamental como traductores en la construcción de procesos interactivos y como instancias coordinadoras de estas acciones. Asimismo, se analizan los tipos de relaciones que se construyen entre los actores y se distingue entre las de tipo informal y las que se formalizan mediante contratos y convenios.

La tercera dimensión para el análisis de las redes de conocimiento son la trayectoria y la dinámica de las mismas. Considerando que las redes se gestan mediante procesos interactivos que generan aprendizajes entre los actores, desde esta dimensión se recupera la génesis y el desarrollo de los procesos de aprendizaje que tienen lugar mediante la interacción de los actores. Se analizan asimismo los objetivos que se plantean en las redes de conocimiento y los factores que permiten interpretar la evolución de las mismas. La duración de los procesos de construcción de redes es un aspecto significativo de la dinámica de las mismas, ya que en general se observa que su construcción implica procesos de aprendizaje de largo plazo, mediante los cuales los actores se conocen, entienden sus intereses y generan confianza sobre la que se establece la interacción. Cuando estas actividades tienen resultados positivos se afianza la confianza y se pueden generar nuevas interacciones que implican proyectos más complejos. Otro elemento relevante en la dinámica de las redes es la capacidad de los actores para movilizar recursos económicos, lo que da cuenta de un compromiso mayor con los propósitos de la red.

Finalmente, la dimensión relativa al contenido de las redes se centra en los flujos de conocimiento que se transmiten e intercambian, considerando en particular el tipo de conocimiento que fluye a través de las mismas. Se trata de identificar si se transfiere conocimiento tácito, mediante la movilidad de las personas y con esta la transmisión de habilidades ó experiencias en relaciones cara a cara, o conocimiento codificado bajo la forma de publicaciones y patentes. Con el análisis del contenido también se busca

comprender si el conocimiento que se transfiere es disciplinario o si implica la participación y el cruce entre varias disciplinas, lo que origina flujos de conocimiento multidisciplinarios para la solución de un problema específico. Otro aspecto a considerar relativo al contenido de las redes es si el tipo de conocimiento que se transfiere es parte del acervo de las instituciones o de los individuos o por el contrario es conocimiento nuevo o desarrollos que están en la frontera del conocimiento. La dimensión relativa al contenido de las redes permite avanzar en la comprensión de las características específicas con las que se producen conocimientos por campos disciplinarios, así como por tipo de institución. Mientras que en algunas disciplinas la transmisión de conocimientos puede ser más directa e inmediata, en otras este proceso puede resultar más complejo.

6.2 Otras herramientas conceptuales que conforman el marco teórico.

El marco teórico sobre el cual se sustenta esta investigación se constituye mediante la integración de herramientas conceptuales provenientes principalmente del campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Como se mencionó previamente, se le otorgó especial relevancia al enfoque de redes de conocimiento para avanzar en la comprensión del caso Tecnópolis del Sur, en particular a la forma de conceptualizar la interacción social en término de redes, a las dimensiones que plantea para su análisis (contexto, estructura, trayectoria, dinámica y contenido) y a la importancia que le otorga al amplio espectro de flujos intangibles que están implicados en el intercambio de conocimiento y que no siempre derivan en la introducción de un nuevo producto en el mercado. A continuación se presentan otras herramientas que conforman el marco teórico.

6.3 De la Sociología de la Ciencia.

Desde la sociología de la ciencia se han elaborado una serie de formulaciones e instrumentos analíticos orientados a comprender las características de la comunidad y de la práctica científica. Merton (1997) inicialmente se refirió a la ciencia como una institución e identificó una serie de normas y valores que a su entender caracterizan la práctica científica (el *ethos* de la ciencia). No obstante, con los años, la imagen de una comunidad científica que se organiza en torno al consenso y una ciencia que evoluciona cedió ante una imagen más conflictiva en donde toda elección científica forma parte de una estrategia orientada a la obtención del reconocimiento de los pares competidores. El

campo científico según Bourdieu (1994) constituye un sistema de relaciones objetivas entre posiciones adquiridas en luchas anteriores, cuya estructura se define por el estado de las relaciones de fuerza entre los protagonistas de las luchas. Dentro del campo, los dominantes son aquellos que mediante un proceso de acumulación continuado de capital, exhiben una carrera científica exitosa y obtienen el reconocimiento de sus pares competidores por el valor distintivo y la originalidad de sus investigaciones. Ellos son quienes establecen las normas de acumulación del capital y en este sentido, imponen la definición de la ciencia, la cual se corresponde con lo que ellos son, tienen y hacen. Este autor se refirió a la práctica científica como producto de un *habitus* científico, en tanto esquemas generadores de percepción, apreciación y acción los cuales vuelven posible la elección de objetos, la solución de los problemas y la evaluación de las soluciones.

Knorr Cetina (1996), por su parte, cuestiona la idea de la autonomía en la ciencia presente en la formulación de Bourdieu y que la lógica económica (acumulación de capital) sea la que gobierne la acción. En cambio plantea que se encuentran involucradas distintas racionalidades. Utiliza el concepto de "arenas transepistémicas" para referirse al espacio donde se desarrolla el trabajo de los científicos, un espacio sin límites definidos que incluye tanto a actores científicos como no científicos, en donde se despliegan las relaciones de recursos, las cuales permiten entender las negociaciones que dan lugar a la construcción del conocimiento. La construcción del conocimiento (idea que se contrapone al descubrimiento de las verdades ocultas) es una consecuencia de una serie de decisiones basadas en decisiones previas. Se cuestiona la idea de la autonomía en la ciencia, al plantear que lo que sucede en el laboratorio está atravesado y sostenido por relaciones que trascienden este espacio.

Las formulaciones de Knorr Cetina (1996) y Bourdieu (1994), entre otros exponentes de la sociología de la ciencia, refieren a las especificidades que adopta la práctica académica, en términos de exigencias, incentivos, normas y sistemas de recompensa, entre otros. Por otra parte, desde una perspectiva centrada en las características de los actores, se han desarrollado una serie de trabajos que abordan el problema de la utilidad del conocimiento científico y la interacción entre actores académicos y aquellos provenientes de otras esferas sociales (Vessuri, 1995; Vaccarezza y Zabala, 2002; Di Bello, 2013). Estos trabajos se centran en las percepciones, valoraciones, prácticas, estrategias y expectativas de los actores en el ejercicio de la profesión académica. Ambas líneas serán recuperadas a lo largo del análisis.

6.4 Científico emprendedor y científico estrella.

El concepto de "científico emprendedor" (Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004) como el de "científico estrella" (Zucker y Darby, 1996, 2006) remiten a aquellos individuos y sus características personales que resultan fundamentales para comprender la difusión y comercialización de los conocimientos científicos. El concepto de "científico emprendedor" se utiliza frecuentemente para hacer referencia a los investigadores que crean una empresa a partir del resultado de sus investigaciones (Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004; Searle, 2006; Franzoni y Lissoni, 2006; Morales Gualdrón, 2008). En estas formulaciones se suele enfatizar en las acciones individuales, las características personales de los actores, sus motivaciones y una cierta disposición a implicarse en actividades empresariales, que implican trascender el ámbito académico para involucrarse en el ámbito empresarial.

Zucker y Darby (1996, 2006), por su parte, se refieren a que los "avances" científicos son creados por, encarnados y aplicados comercialmente por individuos particulares que responden a ciertos incentivos y trabajan en organizaciones y lugares específicos. Plantean que es engañoso pensar que los conocimientos son difundidos mediante un proceso impersonal en el que las identidades de las personas involucradas son irrelevantes. Estos autores se refieren a una serie de experiencias en el campo de la Biotecnología, en donde se formaron nuevas empresas y las empresas existentes se transformaron para poder utilizar la nueva tecnología derivada de los avances científicos producidos por ciertos "científicos estrella". Estos científicos fueron centrales en la difusión de los conocimientos, así como en la ubicación y el éxito de sus aplicaciones comerciales. En cierto sentido, la importancia de estos individuos se deriva del carácter tácito de los nuevos descubrimientos de vanguardia. Los autores sostienen que, para comprender la difusión y comercialización de los avances científicos, es esencial centrarse en los científicos estrella y en aquello que moldea su comportamiento. Entendemos que la referencia a las características, habilidades y motivaciones personales de los actores involucrados en los procesos de cooperación es relevante para explicar una parte de la misma, si bien la referencia empírica que sirvió de base para estos conceptos dista mucho de la nuestra, por lo tanto los mismos serán recuperados con esta salvedad.

6.5 De la Economía de la Innovación.

De la Economía de la Innovación se retomará en particular el abordaje de procesos de aprendizaje y construcción de competencias, (Lundvall, 1996; Lundvall y Johnson,1994; Lundvall y Lorenz, 2010) para referirnos al grupo de científicos que adquiere un rol protagónico en el surgimiento y trayectoria del CAPP, quienes aprenden, despliegan y perfeccionan un conjunto de habilidades. Cómo se verá en el Capítulo 4, analizar la trayectoria del grupo permite recuperar que los investigadores incentivan la conformación de un conjunto de redes en el ámbito local e internacional a través de las cuales fue posible la difusión, intercambio y producción de conocimiento relativo a la Microelectrónica, gestionan una serie de proyectos tanto de tipo estrictamente académico como aquellos en los que se requieren habilidades asociativas y de interacción con actores no académicos y conforman una *spin off* académica, entre otros hitos. A lo largo de esta trayectoria los investigadores aprenden a desempeñar habilidades *(know how)*, propias del ámbito académico así como otras que lo exceden, y las perfeccionan con la práctica (*learning by doing*), aprenden de la interacción con los otros (*learning by interacting*) y aprenden de aquellas situaciones que no resultaron acorde a lo previsto (*learning by failing*), entre otros procesos de aprendizaje.

6.6 Del Análisis de Políticas Públicas

Para el análisis de la política pública nos focalizaremos en el proceso de elaboración de las políticas, "la hechura de las políticas" (Aguilar Villanueva, 1992, p.15), para avanzar una comprensión de los objetivos, medios, valores, criterios, interrogantes, procedimientos y actores involucrados en la concepción, formulación y diseño de los FS. Nos centramos en particular en el conocimiento del proceso de las políticas (*knowledge of*) (Lasswell, 1970), en tanto nos proponemos describir y analizar la forma en que el gobierno elabora una política pública, abordando cómo sucede este proceso.

Según señala Muller (2010) existen tres grandes núcleos de preguntas que guían la investigación sobre políticas públicas. El primero se relaciona con la génesis de las políticas públicas, en este punto las indagaciones se orientan a responder cómo surgen, se deciden y se transforman las políticas y mediante qué procesos se toman las decisiones que las construyen. El segundo núcleo se vincula con el proceso de implementación de las políticas, en particular en cómo funcionan las organizaciones públicas a través de las cuales se implementan las políticas. Finalmente, el tercer núcleo refiere a los resultados de las políticas públicas, específicamente a cómo medir o evaluar

los resultados e impactos, para entender en qué medida una política pública ha modificado el estado de cosas que buscaba afectar.

Durante el capítulo 3 nos focalizamos en el primer núcleo de preguntas, recuperando en particular el carácter negociado de la política y la idea de que expresa una configuración particular de relaciones entre actores diversos (Elzinga y Jamison, 1996). Por otra parte, nos orientamos por identificar algunas pistas relativas al funcionamiento de las organizaciones públicas involucradas en el proceso de implementación de la política así como en lo que concierne a los resultados de la misma, a partir del análisis de las prácticas situadas de los miembros del CAPP Tecnópolis del Sur, cuyo surgimiento constituye en cierto sentido un resultado de los FS. Desde ya, no postulamos un análisis del impacto de la política, que implicaría una metodología de evaluación no prevista en esta investigación.

Otra herramienta conceptual que será recuperada a lo largo de esta investigación es el concepto de "ventana política" introducido por Kingdon (2014) para referir a un contexto favorable que permite colocar ciertos temas en una agenda de gobierno, entendida como la lista de temas o problemas a los que los funcionarios gubernamentales y otros actores ligados a la política están prestando especial atención en un momento dado. Como se señaló previamente, una ventana se suele abrir cuando un nuevo problema capta la atención de los funcionarios gubernamentales o cuando ocurre un cambio en el escenario político, por ejemplo, un cambio de gestión. Las ventanas políticas no se abren frecuentemente y no permanecen abiertas por mucho tiempo, pero mientras están abiertas constituyen el momento adecuado para introducir ciertas iniciativas en la agenda. Entendemos que en Argentina se abrió, hacia el final de la primera década de los años 2000, una "ventana política" que permitió introducir en la agenda de gobierno una serie de elementos favorables que apoyaron el surgimiento de proyectos asociativos público privados, a partir de lo cual la política funcionó como un incentivo para congregar a una serie de actores heterogéneos bajo un proyecto en común.

En línea con lo anterior, la referencia a una "ventana de oportunidad" es frecuentemente utilizada para señalar una coyuntura favorable en la cual puede acontecer determinado suceso o proceso. Carlota Perez (desde el enfoque de la Economía de la Innovación) se refiere a las ventanas de oportunidad como "espacios sucesivos de posibilidad -unos angostos, otros más amplios, unos apenas suficientes para iniciar procesos de desarrollo y otros como para permitir avances significativos" (Pérez, 2001, p. 6). En particular

propone una forma de entender el desarrollo como un proceso de acumulación de capacidades, tecnológicas y sociales, que depende de la habilidad de los países en desarrollo para aprovechar las distintas y sucesivas ventanas de oportunidad (Pérez, 2001). Tanto el concepto de "ventana política" como el de "ventana de oportunidad", entendida como un espacio de posibilidad, colaboran en enfocar la mirada en el contexto en el cual tienen lugar los procesos de articulación entre académicos y empresarios, y en particular observar que ciertos contextos resultan más propicios que otros para que estos procesos tengan lugar.

6.7 De la configuración espacial de los procesos de producción y uso de conocimiento

En lo relativo al modelo de PCT se recuperará la idea de que los efectos supuestamente derivados del arreglo (formalización de las relaciones universidad-empresa, creación de *spin off* y empresas de base tecnológica, introducción de nuevos bienes y servicios al mercado, etc.) no se encuentran relacionados exclusivamente con la reunión física de un conjunto de actores diversos sino con que se desarrollen efectivamente una serie de procesos, fundamentalmente orientados a la creación e intercambio de conocimiento (Castells y Hall, 1994). Mientras que la reunión de investigadores y empresarios en un PCT no necesariamente deriva en actividades de intercambio de conocimiento, las mismas pueden tener lugar aun cuando los socios se encuentran geográficamente distantes. Resulta interesante en este punto recuperar asimismo la distinción entre proximidad geográfica ocasional, derivada de la movilidad de los actores, de la colocalización permanente, presente en el modelo de PCT, para los casos de intercambio de conocimiento tácito que requieren de interacción cara a cara (Torre, 2008).

Otros elementos que serán recuperados para comprender el lugar que ocupa el modelo de PCT en la configuración de espacios orientados a la circulación del conocimiento son los distintos tipos de proximidad identificados por la Escuela Francesa de las Dinámicas de Proximidad (Boschma, 2005) y la idea de que el uso generalizado de las TICs relativiza la relevancia de la proximidad geográfica en los procesos de incorporación de I+D a la producción.

Cuadro 1: Resumen con las herramientas conceptuales que conforman el marco teórico y la perspectiva de la que provienen.

Perspectiva teórica	Herramientas conceptuales
Redes de conocimiento (Casas, 2001; Casas, 2002; Luna, 2003; Luna y Velasco, 2006)	Contexto, estructura, trayectoria, dinámica y contenido
Sociología de la ciencia (Knorr Cetina, 1996; Bourdieu, 1994; Vessuri, 1995; Vaccarezza y Zabala, 2002; Di Bello, 2013; Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004; Searle, 2006; Morales Gualdrón, 2008; Zucker y Darby, 1996, 2006)	Motivaciones, expectativas y prácticas de los investigadores; Sistema de incentivos y recompensas; acumulación de capital (social, simbólico); científico emprendedor y científico estrella
Análisis de las política públicas (Kingdon, 2014; Aguilar Villanueva, 1992)	Ventana política; la hechura de las políticas
Economía de la innovación (Lundvall, 1996; Lundvall y Johnson,1994; Lundvall y Lorenz, 2010)	Procesos de aprendizaje (*learning by doing*, *learning by interacting*, *learning by failing)* y acumulación de capacidades (*know how*)
Escuela Francesa de las Dinámicas de Proximidad (Boschma, 2005)	Proximidad geográfica, cognitiva, organizacional.

Fuente: Elaboración propia

Capítulo 2.

Microelectrónica: especificidades, trayectoria y experiencias relevantes en Argentina.

1. Introducción

Según Mártil de la Plaza (2018) se puede definir a la Electrónica como la disciplina que estudia el comportamiento de los electrones[26] y de los dispositivos que se construyen sobre las propiedades de conducción de los mismos. Los transistores son dispositivos que controlan el flujo de los electrones y, en consecuencia, de la corriente eléctrica. Mediante un mecanismo de control, el transistor puede modificar, amplificar, desfasar y modular señales eléctricas, lo cual permite el funcionamiento del conjunto de aparatos electrónicos que se utilizan cotidianamente. Antes de la invención del transistor, a mediados del siglo XX, existían otros dispositivos que también tenían la capacidad de controlar el flujo de los electrones. Estos dispositivos dieron lugar al funcionamiento de la radio, la televisión y el radar. Muchos de estos continuaron mejorando sus prestaciones y en la actualidad se siguen utilizando en distintas aplicaciones, en convivencia con los componentes microelectrónicos.

En la historia de la Electrónica se puede distinguir un primer período centrado especialmente en el principio de la emisión termoiónica de electrones en el vacío[27] y un segundo período basado en las propiedades conductoras de ciertos materiales llamados semiconductores[28] (Collet, 2013). El desarrollo de los transistores se basó en la comprensión de las propiedades de estos materiales, cuyo campo de conocimiento corresponde a la Física del Estado Sólido[29]. El mismo cobró cierto impulso durante la década de 1930 y en particular hacia mediados de la década de

[26] Partícula subatómica que desempeña un rol esencial en fenómenos físicos como la electricidad, el magnetismo o la conductividad térmica. En el año 1885 Hendrik Antoon Lorentz postula la existencia teórica de partículas cargadas (electrones), lo cual fue demostrado experimentalmente por Joseph Thomson dos años más tarde.

[27] Thomas Edison en 1890 postula lo que luego se denomina "Efecto Edison", que la corriente eléctrica no necesita cables para poder circular, ya que los electrones pueden moverse a través de un gas o del vacío. Ese fenómeno fue explicitado a comienzos del siglo XX, cuando Owen Richardson lo describió en profundidad. Desde entonces se denomina emisión termoiónica.

[28] Materiales como el silicio, el germanio y el selenio, entre otros, caracterizados por conducir la corriente eléctrica en menor medida que los metales y mejor que los aislantes. Son la materia prima sobre la que se fabrican los dispositivos electrónicos (Martil de la Plaza, 2018).

[29] Rama de la Física que se aboca a las propiedades de los materiales sólidos utilizando disciplinas tales como la Mecánica Cuántica, la Cristalografía, el Electromagnetismo y la Metalurgia Física.

1940 en los Bell Labs, el laboratorio de I+D de la empresa American Telephone & Telegraph (AT&T)[30]. La posibilidad de usar los materiales semiconductores dependió de poder refinarlos con gran pureza y de agregarles cierto tipo de impurezas en forma controlada.

Durante la década de los 50, los transistores eran componentes discretos (elementos individuales) que debían montarse, junto a otros componentes, para formar un circuito electrónico. Con la invención del circuito integrado (CI) diversos componentes pudieron fabricarse en un mismo substrato de material semiconductor. El Proceso Planar de producción[31] (denominado así porque se realiza desde un plano del substato) influyó en que este invento fuese técnica y comercialmente viable y desde entonces los CIs se usaron para aplicaciones donde su potencia, reducido peso y tamaño le imprimía una importante diferencia frente a las válvulas de vacío[32]. Como con el transistor discreto, el CI pasó de prototipo a producto comercial impulsado por la demanda y financiamiento militar (Collet, 2013) así como también por la difusión masiva de aplicaciones de uso civil.

Mientras que los primeros CIs integraban unas pocas decenas de transistores, muy pocos años después ya se comercializaban CIs con miles y decenas de miles. La Microelectrónica, así como la Nanoelectrónica, refieren a la tendencia a la miniaturización e integración de componentes que tuvo lugar a partir del transistor y del CI. Este proceso dio lugar a un aumento exponencial en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de la información. En este sentido, la Microelectrónica ha sido considerada como la principal promotora de la llamada Tercera Revolución Industrial la cual, al igual que las dos primeras, modifica por completo la forma en que los seres humanos producen, se comunican, se trasladan y viven en general (Cortés, 1998).

---

[30] Corporación de telégrafo y telefonía, fundada en Estados Unidos en 1885. Tiene como antecedente a la Bell Telephone Company fundada en 1877 con el objetivo de explotar comercialmente la patente de Alexander Graham Bell sobre el teléfono. En 1925 AT&T creó los Bell Labs como su unidad de I+D. Durante la mayor parte del Siglo XX, AT&T monopoliza los servicios telefónicos de larga distancia en Estados Unidos.

[31] Proceso utilizado para fabricar un dispositivo semiconductor o un CI en el que todas las conexiones eléctricas están hechas en la superficie superior de la muestra (Martil de la Plaza, 2018). La tecnología planar para la fabricación de CIs bipolares y MOS, comprende varias etapas: crecimiento del cristal del sustrato, crecimiento epitaxial, oxidación, fotolitografia y grabado químico, difusión, implantación de iones y mentalización.

[32] Dispositivo fundacional de la Electrónica. Permite amplificar, conmutar o modificar una señal eléctrica.

Según Pérez (1985) la Microelectrónica lideró el Paradigma Tecno Económico[33] que se conforma y difunde a principios de 1970, fundado en un uso intensivo de la información. Según esta autora, el surgimiento de un nuevo Paradigma Tecno Económico se relaciona con: "la aparición de un insumo clave que i) es barato y se abarata cada vez más, ii) es inagotable en el futuro previsible, iii) tiene aplicaciones generalizadas y iv) es capaz de aumentar el poder de creación de riqueza tanto del capital como del trabajo y disminuir su costo" (Pérez, 2020, p. 147). En el contexto que se abre a partir de la década de 1970, este elemento lo constituyen los microprocesadores baratos para computadoras y equipos de telecomunicaciones. El salto tecnológico que actuó como "Big Bang" de la denominada "Era de la Informática y las Telecomunicaciones" fue el desarrollo y difusión del microprocesador en 1971[34].

En un sentido similar Castells (1997) señala que, en la década de 1970, se constituyó un nuevo Paradigma Tecnológico organizado en torno a la tecnología de la información. La Microelectrónica, junto con la Computación (*hardware y software*), Telecomunicaciones, Optoelectrónica e Ingeniería Genética constituyen según este autor el conjunto convergente de Tecnologías de la Información. Lo que caracteriza a la revolución tecnológica a la que se refiere Castells, no es la centralidad del conocimiento y la información, sino la aplicación de ese conocimiento e información en la generación de nuevo conocimiento y en los dispositivos de procesamiento y comunicación de la información, en un circuito de retroalimentación acumulativa que se da entre la innovación y los usos de tal innovación.

El objetivo de este capítulo es realizar una caracterización inicial de la Microelectrónica y avanzar en la comprensión de cómo la misma fue recepcionada en Argentina. Luego de esta introducción, en los próximos dos apartados se relata la historia, con epicentro en Estados Unidos, que deriva en el invento del transistor y del CI. Posteriormente se realiza una caracterización de la industria Microelectrónica, considerando sus principales elementos.

---

[33] Conceptualización orientada a explicar ciclos en el crecimiento económico y desarrollo tecnológico de los países. Cada paradigma es "inaugurado por un importante salto tecnológico que actúa como *big-bang* que abre un nuevo universo de oportunidades a las innovaciones rentables" (Pérez, 2020, p. 139).

[34] Previamente se necesitaban dos o tres CIs para conformar una unidad central de procesamiento (CPU). En 1971 Intel logra por primera vez ubicar todos los transistores que constituían un procesador sobre un único CI. El mismo se llamó Intel 4004 e integraba 2300 transistores. El CPU, usualmente también llamado microprocesador, es considerado el "cerebro" de las computadoras, *smatrphones* y prácticamente cualquier dispositivo electrónico.

En los apartados siguientes se centra el relato en Argentina con el objetivo de recuperar actores, instituciones, circunstancias, hitos y políticas relevantes para el desarrollo de esta especialidad en Argentina. Algunas de las preguntas que guiaron estas indagaciones son: ¿Dónde tuvieron lugar las primeras investigaciones en semiconductores? ¿Quiénes fueron los pioneros? ¿Qué experiencias relevantes en Microelectrónica se pueden rastrear a lo largo de la historia argentina? ¿Qué elementos motivaron su surgimiento? ¿Dónde y cómo se adquirieron conocimientos relativos a la Microelectrónica? ¿Cuál es el lugar que ocupa la política pública y el sector productivo en la estructuración del campo?

El relato de ciertos referentes vinculados a la tecnología, obtenido mediante entrevistas en profundidad, constituyó el insumo principal a partir del cual se elaboró esta historia, que por su carácter exploratorio constituye un primer avance. A partir de estos relatos se pudo empezar a reconstruir ciertas experiencias significativas que tuvieron lugar en la UBA, CITEFA, INTI, FATE y, hacia fines de los 80, en otras universidades. Una de las primeras consideraciones que surge a raíz de los relatos es que, si bien la Microelectrónica se nutre de disciplinas como la Física, principalmente, y la Química, existe una distinción entre investigar acerca de las propiedades de ciertos materiales semiconductores y fabricar componentes, para lo cual se requiere definir una serie de procesos en una planta piloto o fábrica, los cuales permiten transformar una oblea de semiconductor en un CI capaz de integrarse en un dispositivo.

En el anteúltimo apartado de este capítulo se recupera la historia que tiene lugar a partir de la primera década de los años 2000, en la cual confluyen por primera vez distintos proyectos e iniciativas orientados a hacer de la Microelectrónica una actividad con cierta relevancia en Argentina. Entre otros, cabe mencionar: la conformación de Tecnópolis del Sur, orientado al establecimiento de un PCT en Electrónica y Microelectrónica, la creación del Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (CMNB), desde donde se proyectaba brindar el servicio de diseño de CIs tanto a actores locales como del exterior y el establecimiento de una fábrica de CIs en la Provincia de Buenos Aires.

2. Las válvulas de vacío: la Electrónica previa a la invención del transistor.

Los primeros dispositivos electrónicos estuvieron estrechamente vinculados a las comunicaciones, en particular a la invención del teléfono y al establecimiento de las líneas de transmisión de señales eléctricas que permitieron la comunicación entre ciudades (Mártil de la Plaza, 2018). En sus inicios, las comunicaciones de larga distancia tenían la limitación de que la señal eléctrica que viaja por las líneas telefónicas se atenuaba a lo largo de su transmisión, por lo que debía ser amplificada a intervalos regulares. La amplificación de las señales en los primeros sistemas de telefonía se realizó primero con las válvulas de vacío[35] y luego con transistores.

A mediados del siglo XX, con la salvedad de los radares que funcionaban de manera más eficiente con los rectificadores de Braun, las válvulas de vacío se usaban de manera generalizada a pesar de sus limitaciones[36]. Las mismas se pusieron claramente de manifiesto con la primera computadora de propósito general ENIAC, la cual estaba integrada por 17.500 válvulas de vacío, pesaba 27 toneladas y ocupaba una superficie de 170 m², aumentaba la temperatura del lugar donde estaba instalada a 50ºC y presentaba una tasa de fallos elevada.

Como consecuencia de las limitaciones que tenían las válvulas de vacío los directivos de los Bell Labs, el laboratorio de I+D de AT&T -la empresa que monopolizaba el negocio de las comunicaciones en Estados Unidos- estaban interesados en encontrar una tecnología alternativa. En 1936, el director del Departamento de Investigación de la empresa conforma un equipo de ingenieros y físicos con este objetivo, quienes se abocan a construir un dispositivo amplificador en óxido de cobre. El grupo se disuelve con la entrada de Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, ya que sus miembros se involucran en investigaciones con fines militares, y se reorganiza nuevamente cuando la guerra se termina con más de

[35] La "válvula termoiónica de dos electrodos" o "diodo" fue inventada en 1904 por John Ambrose Fleming. La misma permitió lograr, por primera vez, la rectificación de señales eléctricas oscilantes. En ese dispositivo, la corriente circula exclusivamente en una dirección, lo que es decisivo para el correcto funcionamiento de los detectores de ondas de radio, que debían convertir corriente alterna en continua. El dispositivo de Fleming encontró aplicación práctica inmediata en la incipiente industria de la radio. En 1905, Lee De Forest perfeccionando el invento de Fleming, creó la "válvula termoiónica de tres electrodos" o "triodo". Este dispositivo no solo forzaba la corriente en una única dirección, como en el diodo de Fleming, si no que podía amplificarse su valor durante su recorrido por el tubo (Mártil de la Plaza, 2018).

[36] Las mismas no resultaban del todo fiables, consumían mucha potencia, tenían un tamaño y tiempo de respuesta elevado y un tiempo de vida acotado.

30 integrantes. Al frente del mismo estaba William Shockley[37], y entre sus integrantes Walter Brattain[38] y John Bardeen[39].

Dado que los radares funcionaban de manera más eficiente con los rectificadores de Braun, construidos con semiconductores, que con las válvulas de vacío, durante la Segunda Guerra Mundial se lograron avances en el conocimiento de estos materiales y en la purificación de los mismos. La aplicación de la Mecánica Cuántica[40] en la comprensión del comportamiento de los semiconductores fue uno de los hitos de este período. Asimismo se puso de relieve la necesidad de contar con cristales semiconductores de purezas más elevadas de las que se contaban en aquel momento.

Cuando el grupo se reorganiza se decide centrar sus esfuerzos en los semiconductores elementales: germanio y silicio y se descarta continuar los trabajos sobre semiconductores compuestos, como el óxido de cobre o el sulfuro de plomo. A finales de 1947, John Bardeen y Walter Brattain fabrican un dispositivo que tenía la misma función que las válvulas de vacío -amplificar señales eléctricas- pero con un material semiconductor, el germanio y durante los primeros días de enero de 1948 presentan una patente para el primer "Transistor de Puntas de Contacto". En este dispositivo la amplificación de la corriente eléctrica se produce, no como hasta ese momento en virtud del comportamiento de los electrones en el vacío de un tubo, sino dada la forma en que se comportan los mismos en un material semiconductor (Cortés, 1998). Según Martil de la Plaza (2018) Shockley no estuvo directamente involucrado en el desarrollo de Bardeen y Brattain, y al intuir que el transistor de Puntas de Contacto sería difícil de fabricar en grandes cantidades con suficiente fiabilidad, dada su frágil configuración mecánica, concibe un transistor diferente denominado "Transistor de Juntura", realizado totalmente de material semiconductor, fabricando junturas p-n[41]. Este desarrollo, así como el de Bardeen y Brattain se sustentó en las investigaciones que tuvieron lugar en los Bell Labs relativos a la obtención de materiales como el germanio y el silicio con un elevado grado de pureza.

---

[37] Físico norteamericano (1910- 1989). Junto con Walter Brattain y John Bardeen recibe el Premio Nobel en Física en 1956 por sus investigaciones sobre semiconductores y el invento del transistor.
[38] Físico norteamericano (1902-1987).
[39] Ingeniero eléctrico y físico norteamericano (1908-1991).
[40] Rama de la Física abocada a las características y el comportamiento de las partículas atómicas y subatómicas
[41] Las cuales se producen al introducir distintas impurezas en el material de base.

El transistor proporcionó las mismas funcionalidades que la válvula de vacío, siendo más pequeño, eficiente, fiable y duradero. Si bien el transistor representó la solución a un problema que tenía una empresa privada, tuvo consecuencias amplias que excedieron el ámbito de la misma. En 1954 las empresas Industrial Development Engineering Associates y Texas Instruments establecen un acuerdo para producir la radio "Regency TR1", el primer receptor comercial de ondas de radio con transistores. En los años sucesivos, otras empresas hicieron lo mismo, entre ellas, Sony. Luego siguió la aplicación de transistores en equipos de radio para autos y a inicios de la década de 1960, existían en Estados Unidos más de 30 empresas dedicadas a la producción de transistores (Martil de la Plaza, 2018).

Otra área de aplicación de los transistores fueron las computadoras. La primera equipada con transistores fue desarrollada por Bell Labs en 1954 para el ejército de Estados Unidos. Al año siguiente, IBM comercializa una computadora de uso comercial con más del doble de los transistores que tenía la computadora desarrollada por Bell Labs. No obstante, fueron las aplicaciones militares y el programa Apolo los que sostuvieron la industria de los transistores durante la década de los 50 y parte de los 60. En estos años, la mayoría de las compañías del sector de la Electrónica de Estados Unidos, centraron su atención y sus inversiones en el mercado militar con la producción de armas que incorporan transistores en sus sistemas de control. La Guerra Fría y la carrera armamentista favorecieron el rápido desarrollo de esta incipiente industria.

3. Silicon Valley y el invento del Circuito Integrado.

En 1955, Shockley abandona los Bell Labs y se traslada a California, en donde funda su propia empresa, Shockley Semiconductor Laboratory, en el área industrial de Stanford para tratar de explotar comercialmente su invento. Esta fue la primera compañía de semiconductores que se instaló en lo que hoy se conoce como Silicon Valley[42]. Contrata a un grupo de ingenieros y físicos, ocho de los cuales al tiempo dejan su compañía para fundar Fairchild Semiconductors. Dos de esos ocho, Bob Noyce y Gordon Moore, luego fundan Intel Corporation. De Fairchild Semiconductors también surgieron otras empresas de Microelectrónica como

[42] Traducido como "Valle del Silicio", en referencia a la gran concentración de empresas relacionadas con los semiconductores.

National Semiconductor y Advanced Micro Devices (AMD), entre otras. Según Castells y Hall (1994) a pesar de la ausencia previa de base industrial, la zona de Stanford tenía una importante tradición de investigación en Electrónica que se remonta a la invención del tubo de vacío por De Forest en 1912 en la empresa Federal Telegraph Company, creada por un graduado de la Universidad de Stanford. Durante la década de 1920 la universidad mantuvo una tradición de excelencia en la Ingeniería Eléctrica alrededor de la figura del profesor Harris Ryan y varios de sus alumnos se quedaron en la zona creando sus propias empresas, entre ellos William Hewlett y David Packard.

Al incorporarse los transistores a las primeras computadoras y al diseñarse computadoras cada vez más complejas, que requerían a su vez un mayor número de transistores, se pone en evidencia la necesidad de contar con transistores cada vez más pequeños. Dado que en este momento los transistores eran componentes discretos, debían conectarse entre sí y miles de transistores juntos necesitaban de cientos de miles de cables de interconexión. Reducir el tamaño de los transistores se convirtió en este contexto en una prioridad, no obstante, los transistores tenían un tamaño que estaba en el límite de lo que las manos y las pinzas con las que se manipulaban podían manejar (Martil de la Plaza, 2018). De allí que se comienza a considerar que la solución pasaba por hacer todo el circuito y sus componentes (transistores, resistencias, condensadores e interconexiones entre ellos) en una única pieza de semiconductor.

El invento del CI tiene lugar en dos empresas prácticamente en simultáneo. Jack Kilby, de Texas Instruments, imaginó que todas las partes de un circuito electrónico (y no solo el transistor) podrían ser fabricadas sobre una misma pieza de silicio o de germanio y dado que no contaba con el silicio de la pureza necesaria, construye un prototipo sobre germanio. En Febrero de 1959 esta empresa solicita una patente por lo que denomina “Circuito Electrónico Miniaturizado”. En Fairchild Semiconductors, Robert Noyce llega a conclusiones similares a las de Kilby y comienzan a fabricar lo que se denominó “Circuito Unitario”, para lo cual también solicitan una patente. En Abril de 1961 la Oficina de Patentes de Estados Unidos concede la primer patente para un CI a la invención de Robert Noyce, mientras que

mantiene bajo análisis la solicitud de Kilby, aunque fue la que se presentó en primer lugar, hasta junio de 1964[43] (Martil de la Plaza, 2018).

Durante los años posteriores a la invención, el CI resultaba costoso frente al transistor, de allí que el primero sería la elección adecuada cuando se trataba de computadoras, no así para aparatos de radio. En esta época el CI no parecía viable como producto comercial. No obstante, como sucedió con los transistores, los CIs se desarrollaron y comercializaron gracias a la demanda del sector militar, el cual no estaba condicionado por el precio de los mismos y en cambio, en el contexto de la Guerra Fría, el Programa Apolo[44] y con la tecnología de cohetes estadounidenses rezagada frente a la Unión Soviética, el peso, volumen y fiabilidad de este dispositivo fue percibido como una oportunidad.

A medida que el programa aeroespacial cobraba forma, como resultado de la conmoción provocada por el lanzamiento del primer Sputnik[45], en 1959 se le adjudicó a Fairchild un contrato de 1,5 millones de dólares para suministrar los transistores para el misil Minuteman y en 1963 los CIs para el ordenador de vuelo de la nave espacial Apolo. A finales de la década de 1950 la participación de los mercados militares en las entregas totales de semiconductores fue del 70% y osciló alrededor del 50% durante la década de 1960 (Saxenian, 1990 citado en Castells y Hall, 1994).

Según Castells y Hall (1994), en poco tiempo Fairchild fue reconocida, principalmente gracias al trabajo de Bob Noyce, como la coinventora del CI y como la inventora del Proceso Planar, la decisiva tecnología industrial necesaria para fabricar los CIs. Ya en 1965 se habían creado 10 nuevas empresas por antiguos ingenieros de Fairchild. Por otra parte, de las 45 empresas norteamericanas de semiconductores creadas entre 1959 y 1976, 40 de ellas se situaron en Silicon Valley.

---

[43] Posteriormente tuvo lugar un litigio por la autoría de la invención que duró casi 10 años, y mientras que la resolución final fue favorable a Noyce, para ese momento las empresas habían decidido compartir sus tecnologías, lo cual favoreció que durante unos años fuesen los líderes del mercado de los CIs

[44] Programa espacial tripulado desarrollado por Estados Unidos en la década de 1960 en el marco de la carrera espacial con la Unión Soviética durante la Guerra Fría.

[45] El Sputnik 1 lanzado el 4 de octubre de 1957 por la Unión Soviética, fue el primer satélite artificial de la historia. Fue el primero de varios satélites lanzados por la Unión Soviética en su programa Sputnik.

Tanto el Departamento de Defensa de Estados Unidos como la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio) desempeñaron el papel de subvencionadores de la I+D para las empresas de Silicon Valley. Esta práctica de apoyo y participación tecnológica de los departamentos militares, para asegurar el suministro a tiempo de los equipos solicitados llevó a una rápida difusión tecnológica entre las empresas y a una falta de control sobre las patentes de los inventos. A menos que fuesen clasificados como secretos militares, el Departamento de Defensa exigía la difusión pública de los descubrimientos realizados gracias a su aporte de fondos (Castell y Hall, 1994). La demanda militar y aeroespacial suministraron los primeros mercados a gran escala para la Microelectrónica que estaba emergiendo y se concentraba en Silicon Valley, y facilitaron el capital necesario para las inversiones de alto riesgo, al tiempo que hacían posible la difusión de los adelantos tecnológicos entre empresas.

4. La tendencia a la integración y la industria Microelectrónica.

Mientras que los primeros CIs integraban unas pocas decenas de transistores, muy pocos años después ya se comercializaban CIs con miles y decenas de miles. Frecuentemente se sostiene que el aumento del número de componentes en un CI sigue una tendencia conocida como Ley de Moore, si bien existe cierta controversia acerca del cumplimiento de la profecía (Zukerfeld, 2015)[46]. Más allá de ciertas

[46] Gordon Moore escribió un artículo en 1965 en el cual sostenía que la electrónica integrada haría que las técnicas electrónicas estuvieran más disponibles para la sociedad, y pasarían a ejecutar funciones que en ese momento se realizaban de manera inadecuada o no se realizaban. Vaticinaba que para la mayoría de las aplicaciones, los CI predominarían. Las principales ventajas, desde su punto de vista, eran los bajos costos y un diseño simplificado. En este artículo plantea que a medida que el número de componentes por CI aumenta, el costo de fabricación por componente se reduce y que para 1970, se podía esperar que el costo de fabricación por componente sea solo una décima parte del costo que tenía en 1965 (Moore, 1965). En este planteo, la cantidad de transistores que podrían incorporarse en un CI avanzaría a una potencia de 2 cada año (Zukerfeld, 2015). Para 1975, el número de componentes por circuito integrado con un costo mínimo sería de 65 000. En 1975 Moore presenta un nuevo artículo en el que sostiene que la complejidad de los circuitos integrados, la cual se debe principalmente a la densidad de la integración, efectivamente se había duplicado aproximadamente cada año desde su introducción. El costo por función había disminuido varios miles de veces, mientras que el rendimiento del sistema y la confiabilidad habían mejorado notablemente (Moore, 1975). Asimismo, plantea que se puede esperar que la tasa de aumento de la complejidad se modifique, dado que la inteligencia del dispositivo y del circuito se acercaba a un límite que ralentizaba la tasa de progreso. La nueva pendiente podría aproximarse a una duplicación cada dos años, en lugar de cada año, al final de esa década. Según señala Moore: *"With respect to the factor contributed by device and circuit cleverness, however, the situation is different. Here we are*

observaciones, Gordon Moore – un referente de la industria- predice y acierta que "el progreso en el mundo de los chips sería exponencial" (Zukerfeld, 2015, p. 14), a medida que el número de componentes por CI aumenta y el costo de fabricación unitario se reduce.

Al describir el proceso de integración de los CI cabe destacar el desarrollo, en 1971, del microprocesador por Intel Corporation, un tipo especial de CI, encargado de realizar las operaciones aritmético-lógicas, de control y de comunicación con el resto de los componentes, en una computadora, siguiendo la arquitectura de Von Neumann[47]. Con CIs que incorporan crecientemente mayor cantidad de transistores se pueden realizar operaciones cada vez más complejas con alto grado de confiabilidad demandando menor cantidad de tiempo y energía. El aumento en las prestaciones y la fiabilidad de los dispositivos electrónicos se debe a un CI cada vez más potente y un *software* cada vez más desarrollado. En cierto sentido esta tendencia se relaciona con la difusión del transistor MOSFET, que permite una mayor escala de integración, mayor rapidez de conmutación y menor consumo de potencia frente al transistor bipolar[48].

En la industria microelectrónica se distingue la etapa del diseño de la fabricación y en esta última el *front end* del *back end*. En la fabricación de un CI confluyen

---

approaching a limit that must slow the rate of progress … Accordingly, I am Inclined to suggest a limit to the contribution of circuit and device cleverness of another factor of four in component density. With this factor disappearing as an important contributor, the rate of increase of complexity can be expected to change slope in the next few years as shown in Figure 5. The new slope might approximate a doubling every two years, rather than every year, by the end of the decade" (Moore, 1975). Sin embargo, según Zukerfeld (2015) cabe realizar dos observaciones respecto del planteo de Moore. En primer lugar, Moore señalaba en 1975 que se estaba en proceso de producción de un circuito que integraba cerca de los 65.000 componentes, acorde a lo que él había pronosticado una década antes. No obstante, considera y suma distintos tipos de tecnologías para llegar a los 65.000 transistores, mientras que si solo hubiera considerado los microprocesadores, se evidenciaría que estaban cerca de los 5.000 componentes. En segundo lugar, Moore consideraba a tecnologías que estaban lejos de los procesos masivos de producción.

[47] La "Arquitectura de Von Neumann" es una familia de arquitecturas de computadoras basadas en el desarrollo realizado por el matemático de origen húngaro John Von Neumann en 1945 en el marco de la operación de la computadora ENIAC, perteneciente al ejército de los EEUU. El desafío que enfrentó Neumann era lograr la posibilidad de operar a la ENIAC en operaciones distintas sin necesidad de reconfigurar su cableado y la solución que halló se basó en la utilización del mismo dispositivo de almacenamiento para las instrucciones y para los datos. Esta innovación tuvo una gran trascendencia al constituirse en uno de los pilares conceptuales más importantes de la computación.

[48] MOSFET es la sigla en inglés de "metal-oxide-semiconductor field-effect transistor". El transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor es "conceptualmente" anterior al transistor bipolar pero su aparición en el mercado fue posterior en más de una década al transistor bipolar ya que no se podía construir con la tecnología existente en los años ´20 y ´30. Para construir un MOSFET se necesitaba contar con un aislante de alta calidad sobre la superficie del silicio.

distintos procesos, materiales y reglas de diseño, de allí que "la tecnología microelectrónica que lo hace posible debe entenderse como el conjunto de reglas de diseño, materiales y procesos tecnológicos que, aplicados en una secuencia determinada permiten obtener uno de tales dispositivos" (Martil de la Plaza, 2018, p. 121). El diseño del CI es el proceso que concentra la mayor parte del valor agregado del componente –entre la mitad y los 2/3 del costo- y demanda una inversión notablemente inferior que aquella necesaria para la fabricación (Dmitruck, 2013). Para el diseño se requiere fundamentalmente estaciones de trabajo, *software* especializado (*Electronic Design Automation*) y recursos humanos calificados (Queipo, 2010).

La fabricación de CIs se realiza sobre una oblea semiconductora, generalmente de silicio, sobre la que se replica simultáneamente el mismo circuito mediante la técnica de fotolitografía. Cuantos más CIs se puedan obtener de una sola oblea más rentable será su producción, lo cual ha estimulado el aumento del diámetro de las obleas. Cada salto en el tamaño de las obleas demanda un aumento en las capacidades de producción y en la inversión correspondiente (Martil de la Plaza, 2018). La fabricación se encuentra dividida en dos grandes procesos. El *front end*, que implica la transformación de la oblea de silicio en los circuitos y el *back end*, que consiste en la preparación de los mismos para que puedan ser utilizados en un sistema, básicamente mediante la colocación de las conexiones, el encapsulado y la prueba (MINCYT, 2013; Entrevista nº 25, comunicación personal, 19 de Enero de 2021). El *front end* presenta un alto grado de automatización en contraposición al *back end*, que consiste en un proceso mano de obra intensivo (Queipo, 2010).

Actualmente, en la industria Microelectrónica existen empresas con distintos perfiles y modelos de negocio. Uno de estos son los productores integrados (IDM[49]), quienes diseñan y fabrican sus CIs. Otro modelo son las empresas sin fábrica o *fabless*, también conocidas como *desing houses*, que diseñan los circuitos y tercerizan su fabricación. Las empresas *foundries* fabrican los CI diseñados por sus clientes (Queipo, 2010). Asimismo existen otras empresas que proveen el *software* necesario para el diseño.

[49] Sigla que corresponde a Integrated Design Manufacturer.

Si bien el precio unitario del CI -para una dada función- ha tendido a la baja, los costos que conlleva instalar una fábrica aumentan conforme avanza el proceso de integración y miniaturización. De allí que actualmente son pocos los países que cuentan con fábricas de CIs, más aún en el caso de las que fabrican en las dimensiones –el nodo- más reducidas. En este sentido, desde comienzos de 1990 se ha generalizado el concepto y modelo de negocio *fabless*, mientras que actualmente, el diseño y la fabricación de los CIs se lleva adelante por separado en la mayoría de los casos. El modelo que se impone es el de la asociación entre empresas que realizan el diseño y empresas que realizan la fabricación, en detrimento del modelo en el cual estos procesos se integran en una misma unidad productiva, dada la complejidad que los mismos han adquirido. Mientras que el primer paso de la desintegración en la industria Microelectrónica fue la separación entre el diseño y la fabricación, posteriormente se avanzó en la separación entre el *front end* y el *back end*, el cual inicialmente se desplazó a países del continente asiático (Queipo, 2010).

Las empresas especializadas en el diseño se concentran en Estados Unidos, Taiwan, China e India y en menor medida en Europa e Israel, mientras que empresas que solo realizan la fabricación están ubicadas en países como Taiwan y Singapur (Queipo, 2010). Según Mártil de la Plaza (2018) las diez mayores empresas del mundo dedicadas a los CIs están ubicados en Estados Unidos, Corea del Sur, Taiwan y Japón. Los tres primeros fabricantes -Samsung[50], Intel[51] y TSMC[52]- poseen características que los diferencian. Samsung es el fabricante de memorias de semiconductores más grande del mundo y en 2017 alcanzó la primer posición dentro de los fabricantes de CIs, relevando a Intel del lugar que ha ocupado ininterrumpidamente desde 1985, cerrando un período de supremacía de 24 años como primer fabricante mundial, record solo superado por Texas Instrument, que fue el primero entre 1959 y 1984.

[50] Conglomerado de empresas multinacionales con sede en Seul, Corea del Sur. Samsung Electronics fue fundada en 1969 y es la principal subsidiaria del Grupo Samsung. La misma se expandió al negocio de los semiconductores en 1974 al adquirir Korea Semiconductor, una de las primeras empresas fabricantes de CI del país.

[51] Fundada en 1968 por Gordon Moore y Robert Noyce en California, Estados Unidos, luego de su salida de Fairchild Semiconductor.

[52] Empresa fundada en 1987 como un emprendimiento entre el gobierno taiwanés (21%), Phillips (28%) y otros inversores privados. Tiene su principal sede en el Parque Industrial y Científico de Hsinchu, Taiwán. Fue la primera y actualmente es la más importante empresa que fábrica exclusivamente semiconductores.

Intel ha sido el líder indiscutido del sector durante casi un cuarto de siglo. La evolución tecnológica de Intel ha sido a la inversa que la de Samsung: empezó en el mercado de las memorias, el cual abandonó progresivamente por el de las CPU del que sigue siendo el líder en la actualidad. TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) es el fabricante puro (fabrica pero no tiene capacidad de hacer diseño) más grande del mundo. La mayoría de las principales compañías de semiconductores que no poseen fabricación propia son clientes de TSMC: Qualcomm, Broadcom, MediaTek, Nvidia y ADvanced Micro Devices (AMD).

El ritmo de la innovación, el nivel de inversión, así como el grado de concentración en la industria Microelectrónica -entre otras características- parecen constituirse en obstáculos insuperables para su desarrollo en países como Argentina. No obstante, la tendencia a la desintegración entre el diseño y la fabricación de CIs, los costos relativamente accesibles del primer proceso y las capacidades acumuladas en distintas instituciones fundamentaron una serie de iniciativas orientadas a incentivar la especialización, a partir de la primera década de los años 2000. En los próximos apartados se realiza un recorrido por distintas experiencias en las cuales tuvieron lugar actividades de I+D en Microelectrónica en Argentina.

5. La electrónica en Argentina: la figura de Humberto Ciancaglini y la introducción de las técnicas digitales.

Según señala Cianci (2011) la industria electrónica comienza a desarrollarse en Argentina a fines de la década de 1920 con la fabricación de ciertas partes y equipamientos de telecomunicaciones, para centrales telefónicas por parte de subsidiarias de empresas extranjeras. A finales de la década de 1930 se comienzan a producir localmente ciertos componentes para equipos de transmisión radioeléctrica llegando a fabricarse los primeros transmisores de baja y mediana potencia. Por su parte, las Fuerzas Armadas (FFAA) llevaron a cabo diferentes proyectos de desarrollo en el campo de la electrónica militar.

En esta época, no se hacía referencia a la “Electrónica” sino que se utilizaba generalmente el término “radiotecnia” o “radiotécnica” para caracterizar a las prácticas empleadas en el desarrollo y la fabricación de equipos de radiodifusión, radiocomunicaciones y amplificadores de audiofrecuencia. Quienes trabajaban en las

técnicas de radiodifusión como en la elaboración de equipos de radiocomunicaciones eran generalmente profesionales extranjeros radicados en el país o profesionales argentinos que habían adquirido su experiencia en el exterior (Cianci, 2011). En muchos otros casos, ingenieros argentinos graduados en otras especialidades como la Ingeniería Civil o la Ingeniería Electromecánica, adquirían los conocimientos y la experiencia necesaria para desempeñarse en el área de lo que hoy se entiende por Electrónica, generalmente mediante un aprendizaje autodidacta.

Con el inicio de la segunda Guerra Mundial se producen algunos hechos de importancia para la electrónica nacional. Uno de ellos es que la Armada Argentina, al verse imposibilitada de enviar a sus oficiales al exterior para especializarse en radiocomunicaciones, firma un convenio con la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA) para crear un curso de postgrado que cubriera este área. Es así que se crea en 1941 el curso de posgrado, de dos años de duración, en "Ingeniería de Telecomunicaciones". Luego, en los años 1946 y 1947, se crea en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), respectivamente, la carrera de "Ingeniería en Telecomunicaciones" (Cianci, 2011).

Otro hecho significativo que ocurre a partir de acontecimientos derivados de la Segunda Guerra Mundial fue que la empresa Philips (al quedar el territorio holandés ocupado por las fuerzas Alemanas) decide trasladar al exterior la mayor parte de sus actividades de I+D. El desempeño de ingenieros argentinos en el Laboratorio de Investigaciones Radioeléctricas (LIR) de dicha empresa en Buenos Aires fue significativo para el desarrollo de la electrónica en nuestro país. En particular, cabe destacar la participación de Humberto Ciancaglini, quien se había formado como ingeniero civil con orientación en Electromecánica en la Facultad de Ingeniería (FI) de la UBA y que había realizado estudios sobre Electrónica y Química de manera autodidacta. Junto con otros ingenieros y bajo "la dirección de profesionales europeos, se trabajaba en temas que recién se estaban experimentando en naciones desarrolladas, como es el caso de la utilización de la modulación de frecuencia para las comunicaciones" (Zibell, 2008, p. 2).

El LIR permaneció en actividad hasta que finalizó la guerra. Posteriormente Ciancaglini se desempeñó como responsable del dictado de un curso sobre el uso de tecnología de radares en la Escuela de Mecánica de la Marina y continuó desarrollando actividades de investigación en su laboratorio personal. En el año

1952, Philips instala nuevamente un laboratorio en Argentina llamado Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas y vuelve a contratar a Ciancaglini. Luego de cuatro años es ascendido al cargo de jefe del laboratorio, y comisionado para realizar viajes de formación a Holanda, Alemania, Bélgica, Francia, Suiza e Italia. En estos viajes Ciancaglini, quien se desempeñaba desde 1956 como profesor titular de Física Electrónica y como director del Departamento de Electrónica[53] (FI-UBA), pudo observar la importancia que se le otorgaba al desarrollo de sistemas que utilizaban técnicas digitales, particularmente en su aplicación en computadoras digitales (Cianci, 2011).

En lo relativo a la producción local, entre 1950 y 1970, cabe señalar que se comienza a desarrollar la industria electrónica nacional basada en el diseño y fabricación de bienes de consumo con alto grado de integración local en un contexto de industrialización por sustitución de importaciones (Kramer, 2012).

6. El Laboratorio de Semiconductores de la UBA.

Al frente del Departamento de Electrónica de la FI de la UBA, Ciancaglini conformó tres núcleos de I+D. Uno de ellos estuvo a cargo de Felipe Tanco y fue desde donde se construyó la Computadora Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (CEFIBA). Otro núcleo fue el Laboratorio de Aplicaciones Electrónicas que quedó a cargo de Pedro Joselevich y que se organizó en torno a tres grupos: Ultrasonido, Electromedicina y Electrónica Industrial (De Alto, 2013). Finalmente, el tercer núcleo fue el Laboratorio de Semiconductores (LabSem) que estuvo a cargo de Roberto Zubieta. Alberto Bilotti, ingeniero mecánico electricista graduado de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), retorna de Francia en esta época y se desempeña como profesor en la FI (UBA) y de forma informal como consultor de LabSem (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020).

A diferencia del resto de los laboratorios, LabSem contó con el auspicio de la Fundación Ford, quien financió las actividades de I+D y los sueldos de sus integrantes, quienes eran en ese momento los profesionales mejor pagos de la

[53] Humberto Ciancaglini se desempeñó como Director del Departamento de Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UBA entre 1956 y 1966.

Facultad. La composición del laboratorio era homogénea en tanto, salvo un integrante que provenía de la Ingeniería Química, la mayoría eran ingenieros electromecánicos con orientación en Electrónica o ingenieros en telecomunicaciones. Esta composición demostró ser inadecuada para el objetivo inicial que se había planteado el laboratorio.

Según señala Horario Serebrinsky, quien formaba parte de LabSem "La misión en aquel momento era desarrollar la tecnología de semiconductores desde el principio hasta el final", partiendo de la purificación del silicio para construir transistores. El clima de época resultaba sumamente propicio para este emprendimiento ya que, al contexto favorable que había para las actividades científicas en aquel momento[54], se sumaba "el entusiasmo que despertaba la tecnología que parecía capaz de todo" (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020). Contar con un laboratorio de semiconductores era percibido como acoplarse a un proceso de cambio técnico que estaba ocurriendo a nivel global. Una dificultad con la que se inicia LabSem, no obstante, fue que sus miembros no contaban con los conocimientos necesarios para manejar cuestiones relativas a la Física y la Ciencia de los Materiales, en particular en lo que concierne a cómo se purifica y manipula el silicio. De allí que la etapa inicial estuvo orientada a suplir esta carencia.

Las relaciones que se habían establecido con miembros de la CNEA, en particular con quien era su Director de Tecnología, Jorge Sábato, derivaron en actividades de formación para miembros de LabSem en el Departamento de Metalurgia de esta institución. La posibilidad de tomar el Curso Panamericano de Metalurgia Nuclear que se dictaba en la CNEA dió lugar a la incorporación de conocimientos relativos a las Ciencias de los Materiales en LabSem. Asimismo, con el auspicio de la Fundación Ford tuvieron lugar distintos procesos de formación en el exterior, entre otros lugares, en la Universidad de Stanford y en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), las dos grandes instituciones académicas de Estados Unidos que estaban ocupadas en semiconductores en aquella época. Superadas las dificultades iniciales, los miembros de LabSem lograron adquirir conocimientos

[54] El período transcurrido entre 1955 y 1966 es frecuentemente denominado como la "época dorada" de la ciencia nacional. En algunas universidades públicas tuvieron lugar procesos de modernización, profesionalización e institucionalización de la investigación científica. Asimismo, se crearon o reorganizaron organismos públicos de investigación como el CONICET, el INTA, el INTI y la CNEA. Estos procesos coinciden, asimismo, con la denominada "época dorada" de la asistencia extranjera a las universidades y centros de investigación latinoamericanos por organismos y fundaciones como la Ford, Rockefeller y la UNESCO (Feld, 2010).

relativos a la purificación del silicio y cómo realizar el proceso de difusión[55], lo que les permitió la fabricación de transistores en germanio y silicio. Sin embargo la experiencia se clausura con la renuncia de sus miembros en Julio de 1966, durante la dictadura de Onganía, a raíz del episodio conocido como la "Noche de los Bastones Largos".

7. El grupo de Microelectrónica de CITEFA y la creación del Centro Nacional de Investigación en Componentes Electrónicos.

Durante la década de 1970 tiene lugar en el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) una experiencia poco conocida orientada a trascender el ámbito del laboratorio y fabricar componentes. En esta institución se establecieron dos Plantas Piloto, una de circuitos híbridos y otra de procesamiento de semiconductores, cuyas producciones llegaron a ser de interés para distintas empresas, entre ellas Siemens y Texas Instruments, cuyas filiales en Argentina fabricaban equipos electrónicos.

Inicialmente, en 1967, se crea en CITEFA el Grupo de Investigaciones en Física del Estado Sólido a cargo del capitán de Marina Harry Leibovich, quien se había formado en esa rama de la física en un Instituto de la Marina de Estados Unidos (Monterrey, California). El grupo, compuesto por físicos, inicia su actividad en la línea[56] que traía Leibovich de Estados Unidos, para lo cual se adquiere de Japón el primer microscopio electrónico de Argentina que se utiliza para la investigación en Física del Estado Sólido. Los trabajos[57] realizados por el grupo tienen una circulación local e internacional (Entrevista nº 22, comunicación personal, 15 de Octubre de 2020).

---

[55] Método mediante el cual se introducen átomos de impurezas en el silicio para cambiar su resistividad.

[56] Cristalografía de dominios magnéticos en hierro.

[57] Entre otros: "Magnetic Domains in Imperfect Crystals". Presentado en el Third International Congress on Magnetism, Massachusetts, USA, 1967. Publicado en el Journal of Applied Physics, Vol. 39, 2, USA, 1968. "Modelo cristalográfico para interpretar diagramas de difracción de películas de níquel". Presentado en la 50 Reunión de la Asociación Física Argentina, Buenos Aires, 1968. "Secondary Twinning in Electron Diffraction Patterns of Nickel Films Epitaxially Grown". Journal of Applied Physics, Vol. 39, 13, USA, 1968. "Modelo para interpretar la distribución de paredes de dominios magnéticos y su relación con límites coherentes de maclas". Presentado en el Primer Congreso Latinoamericano de Física, Méjico, 1968. Publicado en Acta Científica, Vol. 2, 2, Buenos Aires, 1968. "Reflection High Energy Electron Diffraction Patterns of Twinned F.C.C. Films" Physica Status Solidi, USA, 1971. "Pseudo Symmetry in Multiple Twinned Crystals having M3M Point Group Symmetry" Metallurgical Transactions, Vol. 2, USA, 1971.

A principios de los 70 se crea asimismo, bajo la jefatura de Leibovich, un grupo en Microelectrónica que se orienta hacia la fabricación de componentes con aplicación en la industria. Leivobich conforma un equipo en el cual algunos de sus profesionales habían pertenecido -o aún se desempeñaban- en la FI de la UBA. Entre ellos, Horacio Serebrinsky, quien había formado parte de LabSem desde sus inicios hasta 1966 y posteriormente había realizado una estadía de tres años en el MIT bajo la tutela de Richard Adler[58]. A su cargo queda inicialmente la dirección técnica del grupo, cuyos inicios coinciden en el tiempo con el desarrollo del microprocesador por Intel y el consecuente salto en la integración que se da a partir de entonces.

"Lo que veías en el mundo era que había comenzado a aumentar la integración, la cantidad de transistores en una pastilla de silicio, y en Argentina se estaba 15 años atrasados. El objetivo era desarrollar tecnología yendo atrás por lo menos, no pretender al principio estar en la tecnología de punta sino no perder ese tren que era muy violento. Eso fue lo que tratamos de hacer" (Entrevista nº 23, comunicación personal, 19 de Octubre de 2020).

El surgimiento de los mencionados grupos se relaciona con la visión de ciertos mandos de la Armada relativa a la importancia de atender la cuestión de la miniaturización de los componentes (Entrevista nº 27, comunicación personal, 10 de Febrero de 2021). Más allá de este interés de parte de la Marina, la conformación del Grupo de Microelectrónica no se sustentó en una política más amplia y descansó en buena medida en la capacidad de Leibovich para convencer a ciertos mandos de CITEFA acerca de la trascendencia de la Microelectrónica, en un contexto de competencia por fondos entre las Fuerzas Armadas (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020; Entrevista nº 22, comunicación personal, 15 de Octubre de 2020). La orientación hacia la fabricación de componentes y la estrategia de montar Plantas Piloto, en vez de un laboratorio de investigación, fue la impronta que le imprimieron los miembros iniciales del Grupo de Microelectrónica, quienes compartían la visión de la Física Experimental y del desarrollo de tecnología para la industria, bajo la concepción de la autonomía tecnológica. Funcionaron como antecedente y fuente de inspiración para el grupo los desarrollos tecnológicos "desde

[58] Profesor y Director del Departamento de Electrónica y Computación del MIT.

cero" alcanzados en el país en la industria automotriz, la aeronáutica y la energía atómica. En un contexto en el cual se discutía en ciertos círculos acerca de la labor del científico desde su torre de marfil, el grupo inicial entiende que debe proyectar una imagen distinta de la de investigadores en un laboratorio, bajo el supuesto de que, para conectar con la industria local, debían poder ofrecer productos concretos y referirse a los procesos y tiempos de la fabricación, en vez de a las características de los materiales y los resultados de las ecuaciones (Entrevista nº 20, comunicación personal, 17 de Septiembre de 2020).

"En CITEFA lo más destacado para mí fue que todos los que entramos teníamos en claro que nosotros no queríamos hacer un laboratorio más de investigación en materiales o en semiconductores o en silicio sino hacer componentes. Ese fue el sello fundamental, hacer componentes" (Entrevista nº 20, comunicación personal, 17 de Septiembre de 2020).

Con el objetivo concreto de montar las plantas resulta evidente para el grupo que, además de desarrollar los procesos de fabricación y adquirir el equipamiento necesario, debían atender cuestiones organizativas y de logística, comprender los mecanismos de gestión dentro de CITEFA[59] y adecuar la infraestructura según los criterios de extrema limpieza, que requiere la Microelectrónica, y los de producción en planta piloto[60]. Dado que la organización burocrática de CITEFA no se ajustaba al dinamismo que el grupo le pretendía otorgar al emprendimiento, el mismo tendió a autonomizarse en la mayor cantidad de decisiones y procesos posibles. La organización del grupo, que congregó aproximadamente a cuarenta personas, comprendió la Planta de Circuitos Híbridos, la Planta de Tecnología Bipolar, el Laboratorio y las áreas de apoyo: Planta de Purificación de Agua, Taller y Administración.

Los circuitos híbridos no son CIs pero requieren de componentes extremadamente pequeños. La elección de enfocarse en los mismo se fundamentó en que resultaba una tecnología con grandes posibilidades de aplicación en la industria nacional, dado que no es tan sofisticada como la de CIs, no requería de una producción a gran

[59] Por ejemplo, para las compras locales y las importaciones, contratación de personal, entre otros.
[60] Atendiendo a la instalación eléctrica acorde a la potencia requerida, instalaciones de agua y gases, entre otras.

escala y tenía (aún tiene) numerosas aplicaciones en la industria automotriz y las comunicaciones, entre otras.

“Eso un poco lo trajo Serebrinsky porque venía de estar en el MIT y ahí estaba en contacto con todas estas tecnologías. El propuso esa tecnología y creo que fue muy acertada porque es accesible, accesible a la industria, porque en un laboratorio podés jugar con cualquier cosa pero poner una fábrica es distinto, asique le dimos bastante importancia a esa tecnología, quizá al principio más que a la de semiconductores en sí y se comenzó a desarrollar” (Entrevista nº 23, comunicación personal, 19 de Octubre de 2020).

Los pasos que demandó la fabricación de los circuitos híbridos y los transistores fueron desarrollados por el grupo sobre la base de sus conocimientos -en Física, Química y Electrónica- y de aquellos que fueron adquiriendo a través de publicaciones, congresos, estadías en instituciones del exterior, exposiciones de fabricantes de equipos y visitas a fábricas de semiconductores y circuitos híbridos ubicadas en el área de Silicon Valley y Boston. En el laboratorio se ensayaban los procesos de fabricación antes de pasar a las Plantas. Fue de particular importancia en esta instancia la adquisición de calculadoras programables para hacer las simulaciones relativas a los procesos (Entrevista nº 26, comunicación personal, 26 de Enero de 2021).

Los procesos involucrados en la fabricación, en particular en la Planta de Tecnología Bipolar[61], requieren de diversos controles muy precisos de variables (impurezas, temperatura, tiempos, etc). Se trata de un conocimiento de difícil acceso (por ser “procesos propietarios”) en particular en lo relativo a las especificidades, las cuales, por otro lado, se encuentran en estrecha relación con el tipo particular de equipamiento instalado. Las empresas de semiconductores se reservan este *know how* dado el valor comercial del mismo. El grupo era consciente del valor que tenía el conocimiento que había adquirido, de allí que no realizan publicaciones científicas abiertas (Entrevista nº 27, comunicación personal, 10 de Febrero de 2021). Más allá

[61] Los procesos típicos en ese tipo de planta son, limpieza, lavado y ataques químicos sobre la oblea de silicio, fotolitografía, ataque por plasma, oxidación, difusión de dopantes, crecimiento epitaxial, crecimiento en fase vapor, mediciones a nivel de oblea, lapidado y troquelado. Una vez separadas las unidades, se las puede encapsular y colocar terminales.

de la complejidad que adquirió el proceso, las principales dificultades para el Grupo de Microelectrónica no se encontraban, según sus miembros, en desentrañar los procesos de fabricación, sino en cuestiones relativas a la disponibilidad de los fondos, el retardo con que llegaban, la discontinuidad de los planes, la situación económica inestable y la inflación, entre otros elementos del contexto local (Entrevista nº 26, comunicación personal, 26 de Enero de 2021; Entrevista nº 27, comunicación personal, 10 de Febrero de 2021).

Si bien estaba presente en la visión del grupo transferir tecnología a la industria, el mercado potencial quedó inicialmente desdibujado frente al desafío que implicaba montar las plantas. No obstante, con los procesos en marcha, en cierto sentido de manera fortuita[62], comienzan a vender circuitos híbridos a la filial argentina de la empresa Siemens y luego a otras empresas de comunicaciones y de la industria automotriz, hasta que la demanda los sobrepasa y se realiza una licitación para transferir la producción de circuitos híbridos a una empresa local[63]. Por otra parte, los transistores que CITEFA comenzó a fabricar también resultaron de interés para la filial local de la empresa Texas Instruments, a la cual se le fabricaron series cortas de transistores de pequeña señal, de alta frecuencia y de ganancia variable, hasta que la actividad del grupo decae, entre 1983 y 1984.

Durante los ´70, entre CITEFA, el INTI y la CNEA, se crea el Centro Nacional de Investigación en Componentes Electrónicos (CENICE), desde el cual se esperaba, entre otros objetivos, apoyar y aumentar la escala de la Planta de Circuitos Híbridos y de la Planta de Tecnología Bipolar (Entrevista nº 22, comunicación personal, 15 de Octubre de 2020). A raíz de la creación del CENICE se inicia la construcción de un importante edificio con una planta de semiconductores. Colaboró en esta iniciativa la disponibilidad de fondos con los que contaba el INTI, a raíz de un impuesto a los créditos que se otorgaban a la industria, implementado durante la gestión de José

[62] Representantes de la filial local de Siemens entran en contacto con el grupo frente a lo que entendían era una confusión. La empresa encontraba una limitación para importar circuitos híbridos, dado que existía un registro de que en CITEFA se estaban produciendo. De allí que le solicitan al grupo que extienda una certificación de que allí no se fabricaba con capacidad para proveer a la industria. "¿Pero quién le dijo que no se pueden hacer acá?" fue la respuesta de parte del grupo. A partir de esta demanda y de la calificación positiva que los circuitos híbridos que producía CITEFA obtienen en Alemania, la planta piloto de CITEFA comienza a abastecer a Siemens.

[63] Esta licitación fracasa dado que la empresa, la cual fabricaba circuitos impresos, no termina de instalar la fábrica. Posteriormente se explora otro tipo de transferencia con la empresa Tedicom Fateco, en la cual se acuerda que la misma opere la planta de CITEFA por un año, abasteciendo a los clientes que ya tenía el organismo. Al cabo de ese período la empresa se comprometía a abandonar las instalaciones e instalar su propia fábrica.

Gelbard[64], y la ausencia de otro proyecto que compitiera por esos fondos. Los directivos del INTI, CITEFA y CNEA coincidían en que había que impulsar decididamente la fabricación local de componentes electrónicos y entendían que el CENICE -dependiente de la Subsecretaría Nacional de Ciencia y Técnica- podía desempeñar un rol destacado en este proyecto. En el año 1978 concluyen un estudio en el cual evaluaban factible fabricar, para el año 2000, la totalidad de los componentes electrónicos requeridos en el país, a raíz de lo cual se estaría en condiciones de eliminar las importaciones y comenzar la exportación de los mismos (Entrevista nº 22, comunicación personal, 15 de Octubre de 2020). El CENICE, no obstante, no prospera y al cabo de unos años esta iniciativa se abandona. Una suerte similar tuvieron las Plantas Piloto, ya que, según señaló un alto funcionario de Ciencia y Técnica, con el retorno de la democracia CITEFA -por su dependencia del Ministerio de Defensa- pierde el apoyo que tenía, la actividad del Grupo de Microelectrónica decae y sus miembros toman otros rumbos (Entrevista nº 20, comunicación personal, 17 de Septiembre de 2020; Entrevista nº 23, comunicación personal, 19 de Octubre de 2020; Entrevista nº 27, comunicación personal, 10 de Febrero de 2021).

8. La División de Electrónica de FATE.

A principios de los ´70, de manera simultánea a la experiencia de CITEFA, se crea en FATE la División de Electrónica, desde donde se comenzaron a diseñar, manufacturar y comercializar calculadoras de diseño propio (Hurtado, 2010; De Alto, 2013; Massare, 2014). Esta experiencia, emblemática en Argentina, congrega a una serie de personalidades de la electrónica nacional, entre ellos a Roberto Zubieta, Pedro Joselevich y Alberto Bilotti, quienes se habían desempeñado en el Departamento de Electrónica de la FI de la UBA, en la época de Ciancaglini como Director. Adler (1988) se refirió a este grupo resaltando el componente ideológico que guió la orientación de la empresa. En este sentido señala: “Zubieta comandó un grupo de científicos con una visión anti dependentista dentro de una empresa cuya

[64] Entre los años 73 y 74, por iniciativa y gestiones del entonces Presidente del INTI, el Ingeniero Jorge Albertoni, integrante del equipo del entonces Ministro de Economía Berg Gelbard, se logra extender el impuestos del 0,25% del monto de los créditos que otorgaban a la industria el BANADE (Banco Nacional de Desarrollo) y el Banco de la Nación -que eran la principal fuente de recursos del INTI- a los que otorgaban todos los bancos nacionales y extranjeros a las empresas industriales. Eso generó una importante masa de recursos para el conjunto del INTI.

gestión se encontraba cercana a la izquierda nacionalista de Argentina. La idea general era transformar a FATE en una isla para la producción de tecnología nacional. El éxito inicial de FATE Electrónica se debió principalmente a su política basada en la asimilación de tecnología, la capacitación de sus técnicos e ingenieros, proporcionar espacio para investigadores universitarios y desarrollar productos intensivos en I+D; el éxito de FATE se debió asimismo a la protección gubernamental" (Adler, 1988, p. 11. Traducción propia).

Fate Electrónica comenzó ensamblando principalmente componentes importados pero se comprometió con el gobierno en un proceso de fabricación local y sustitución de importaciones que implicaba semiconductores. Con Bilotti como Director de Ingeniería[65], se le confía el proyecto de semiconductores a Horacio Serebrinsky (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020).

"Un día me visita en CITEFA el Gerente General de FATE Electrónica, que era Zubieta, para ver si quería ir a FATE. Me explica el proyecto y me dice: "Tenemos que llegar a hacer circuitos integrados". La propuesta era muy atractiva en varios planos (…) FATE por su parte era deslumbrante, tenía en aquella época mil personas trabajando en la empresa. Tenía un Departamento de Ingeniería extraordinario dirigido por un individuo extraordinario que era Pedro Joselevich y encima de él estaba Alberto Bilotti (…) una persona brillante" (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020).

En el proyecto de semiconductores de FATE, si bien originalmente estaba la idea de comenzar por el proceso de difusión (proceso que corresponde a la etapa de lo que actualmente se llama *front end*), finalmente se decide comprar los circuitos y enfocarse en los procesos que corresponden a la última etapa de la fabricación. En vez de continuar comprando los CIs en su versión final, FATE parte de circuitos fabricados por

[65] Bilotti era consultor de Pedro Joselevich. En esa época comienza la represión de la Triple A (Alianza Anticomunista Argentina), a raíz de lo cual Pedro Joselevich y su esposa Adriana Puiggrós se exilian en México y Biloti pasa a ser el Director de Ingeniería de Fate Electrónica (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020).

las empresas American Microsystems y National Semiconductors y realiza lo que suele llamar el encapsulado.

"Yo le digo a Roberto (Zubieta) que no empecemos por la difusión (…) compremos los *chips* y hagamos el encapsulado, con lo cual los mismos *chips* que estábamos comprando envasados y listos para enchufar en la computadora los pasamos a comprar en piecitas de silicio que cortábamos con una sierra, separábamos, testeábamos, metíamos en un envase y llenábamos de plástico" (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020).

El proceso de puesta en marcha de la Planta de Encapsulado duró alrededor de ocho meses, en los cuales se adquirieron conocimientos sobre estos procesos en viajes realizados a Singapur y Estados Unidos, se diseñaron y probaron las matrices, se formó al personal y se compraron los insumos y las máquinas de ensamble (micromanipuladores). No obstante, a los seis meses de inaugurada la Planta, la misma se decide cerrar ya que la estrategia trazada originalmente queda obsoleta frente al dinamismo del cambio tecnológico.

Inicialmente, se le compraba a la empresa American Microsystems *kits* conformados por tres circuitos, los cuales se preparaban en la Planta para integrarse en la calculadora. Al poco tiempo, a medida que el proceso de integración continua avanzando de manera acelerada, American Microsystems encuentra que, lo que antes podía fabricar en tres CIs, podía pasar a hacerlo en dos, los cuales comienza a vender encapsulados a un precio más conveniente que los tres circuitos sin el encapsulado. De allí que se evalúa en FATE que no tenía sentido continuar con el proceso productivo que se había planificado (Entrevista nº 21, comunicación personal, 24 de Septiembre de 2020).

Según señala Kramer (2012) "Hacia fines de la década de los '70 se abandonaron los esfuerzos para controlar tecnologías de fabricación de dispositivos semiconductores" (p. 1). Con el cambio de política económica que tiene lugar a partir de 1976, cobra relevancia el ensamble de partes importadas al amparo de la Ley de Promoción al Territorio Nacional de Tierra del Fuego (Kramer, 2012; Santarcárgelo y Perrone, 2015). Sancionada en 1972, esta ley incentivó, a partir de un conjunto de beneficios fiscales e

impositivos, la instalación en dicha provincia de una importante industria de bienes electrónicos de consumo sobre la base de insumos, maquinarias y materias primas importadas (Santarcárgelo y Perrone, 2015).

9. Cooperación iberoamericana para el diseño y fabricación de prototipos.

Durante el gobierno de Alfonsín, bajo la influencia de PLACTS, tuvieron lugar una serie de lineamientos orientados a incentivar el desarrollo del Complejo Informático-Electrónico, bajo la percepción de que constituía un área estratégica que debía apoyarse desde el Estado. Al respecto se señalaba que:

"La tecnología informática y electrónica, a través de la microelectrónica, es el eje de una nueva revolución industrial que se manifiesta ya con efectos trascendentes sobre la organización industrial, el comercio y múltiples facetas de las relaciones sociales. Tales efectos alcanzarán inexorablemente, sea en forma directa o indirecta, a nuestro país. Depende por lo tanto de una decisión nacional si la Argentina se resigna a ser un espectador pasivo de ese fenómeno o decide hacer el esfuerzo necesario para aprovechar el potencial de esa revolución en su provecho y el de su pueblo" (SECYT, Lineamientos de Política Científica y Tecnológica, 1984, pág. 39. Citado en Blazquiz y Aguiar, 2017, p. 9).

Como señalan Blazquiz y Aguiar (2017) se conformó un diseño institucional tripartito encargado de planear y ejecutar las políticas orientadas al sector, el cual estuvo integrado por la Subsecretaría de Informática y Desarrollo (SID), la Comisión Nacional de Informática (CNI) y el Programa Nacional de Informática y Electrónica (PNIE). Asimismo, tuvieron lugar experiencias emblemáticas como la Escuela Brasileño-Argentina de Informática (EBAI)[66] y la Escuela Superior Latinoamericana de Informática (ESLAI). No obstante, en lo que refiere específicamente a la Microelectrónica, no se han encontrado elementos que indiquen que se le haya otorgado a la misma especial importancia.

[66] La primera EBAI tuvo lugar en Campinas en 1986. En paralelo se realizó el primer Encuentro de Investigadores y se conformaron grupos en distintas áreas. Una de ellas fue la microelectrónica. Según Carnota (2003) este grupo, que mantuvo una dinámica propia, resultaba de interés estratégico para Brasil.

En el año 1985 se crea en el INTI el Centro de Investigación en Tecnología Electrónica e Informática (CITEI)[67], en cierta media relacionado con la Resolución 44/85[68]. El mismo reunió a los profesionales del INTI que se desempeñaban en el área de Comunicaciones, Informática y Microelectrónica, algunos de los cuales habían estado involucrados en la corta experiencia del CENICE (Entrevista nº 16, comunicación personal, 13 de Agosto de 2020). En los años que siguieron a las experiencias de CITEFA y FATE, la actividad más destacada que se ha podido rastrear hasta el momento en Microelectrónica consiste en proyectos de colaboración iberoamericanos de los cuales participaron investigadores de instituciones científicas y tecnológicas locales.

Según señala Dimitruk (2012), a fines de la década de los ´80 y principios de los ´90, integrantes del CITEI participan de ciertas experiencias en las cuales se fabricaron prototipos de CIs, a partir de la modalidad de compartir entre varios grupos académicos una oblea de silicio. Las mismas no lograron trascender debido a las limitaciones de la política científico tecnológica de esos años. No obstante algunos de sus miembros continuaron trabajando en el tema, en particular tomando cursos y realizando estadías en el exterior, utilizando los recursos disponibles de la cooperación internacional.

Entre 1987 y 1993 se desarrolló el Proyecto Multiusuario Iberoamericano y a partir de 1994, el Proyecto Iberchip, en el marco del Programa CYTED, el cual tenía como socios de parte de Argentina al Centro de Técnicas Analógicas y Digitales (CETAD)[69] de la UNLP y al INTI y como socios europeos el Centro Nacional de Microelectrónica (CNM) de España, el Centro Interuniversitario de Microelectrónica (IMEC) de Bélgica y el Instituto de Ingeniería de Sistemas y Computación, Tecnología y Ciencia (INESC) de Portugal. El proyecto contaba asimismo con la participación del Centro Tecnológico para la Informática (CTI) de Brasil, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados

[67] Antecedente del Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (CMNB) creado en 2012.

[68] Los centros del INTI surgen a demanda y con el respaldo del sector productivo. Si bien el CITEI no se crea expresamente a través de esta Resolución, la misma se orientaba a promover la actividad del Complejo Electrónico Informático (Cessi, 2014), lo cual impulsó en consecuencia la demanda entre los industriales de un centro científico tecnológico de referencia. El CITEI, dirigido inicialmente por el Ing.Andrés Dmitruk, surge con alrededor de 80 profesionales (Entrevista nº 16, comunicación personal, 13 de Agosto de 2020).

[69] El CETAD y el CITEI (INTI), bajo la dirección de Antonio Quijano y Andrés Dmitruk, organizaron el primer curso sobre microprocesadores que se dictó en Argentina en 1977 (Entrevista nº 15, comunicación personal, 28 de Julio de 2020).

(CINVESTAV) de Mexico, el Centro de Microelectrónica de la Universidad de los Andes (CM- UA) Colombia, el Centro de Construcción de Cardioestimuladores (CCC) de Uruguay y más de 30 centros asociados (Entrevista nº 19, comunicación personal, 3 de Septiembre de 2020; Iberchip s/d).

El Proyecto Iberchip se fundamentó en la importancia de la Microelectrónica como tecnología transversal con aplicación en los más variados campos, en un tejido pyme que en buena medida utiliza tecnologías en vías de obsolescencia y en las capacidades en microelectrónica presentes en ciertos institutos y centros universitarios iberoamericanos. El objetivo que se planteó el proyecto fue el de promover la microelectrónica en los países iberoamericanos, mediante la colaboración de los grupos académicos y la transferencia de conocimientos a la industria (Iberchip s/d).

La colaboración entre los grupos académicos tuvo lugar en el marco de grupos de trabajo –centrados en el diseño, utilizando la metodología FPGA (Field Programmable Gate Array), las aplicaciones de la Microelectrónica en Medicina y los sensores-, la movilidad de los investigadores es estancias de corta y larga duración y la organización de congresos. En el marco de este proyecto en Argentina se realizó en 1998 el IV WorkShop de Iberchip en la ciudad de Mar del Plata. El mismo fue organizado por el CETAD y contó con el auspicio de empresas como Telefónica, Alcatel y Siemens, entre otras. De Argentina, además de la UNLP, participaron como expositores investigadores de la UBA, la Universidad de Mar del Plata (UNMDP), la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA), la Universidad Nacional de Rosario (UNR), la Universidad Nacional y la Universidad Católica de Córdoba (Universidad Nacional de La Plata, 1998).

Esta experiencia de cooperación internacional permitió que los grupos latinoamericanos pudieran acceder a software para el diseño (entre otros, CADENCE) y a la fabricación de prototipos y producción a baja escala de CIs, mediante Europractice, un consorcio de organizaciones de investigación europeas que proveen estos servicios, entre otros, a bajo costo a la industria y la academia[70].

[70] Europractice surge en 1995 bajo el auspicio de la Comisión Europea como sucesor de Eurochip (1989-1995) con el objetivo de mejorar la posición de las empresas europeas en el mercado, mediante la reducción de los riesgos y costos asociados a esta tecnología. La primera organización en brindar este servicio fue MOSIS (Metal Oxide Silicon Implementation Service), la cual surge en 1981 bajo el auspicio de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA) dependiente del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

10. Microelectrónica en la actualidad.

Durante la primera década de los años 2000 se pueden reconocer diversas iniciativas orientadas a imprimirle otro dinamismo a la Microelectrónica en Argentina. Desde el CITEI, por un lado, se organizan una serie de reuniones orientadas a elaborar una propuesta en Microelectrónica para Argentina. En el año 2005 miembros de este centro organizan el "Primer Panel de Análisis Estratégico en Microelectrónica", cuyas conclusiones son incluidas en el Plan Bicentenario 2006- 2010 elaborado por la SECYT, lo cual se refleja en la introducción de la Microelectrónica como Área Temática Prioritaria[71] del Plan. En el "Segundo Panel de Prospectiva en Microelectrónica" realizado en el año 2006 se concluye entre los presentes que en el diseño, prueba y encapsulado de CIs existen en Argentina capacidades y oportunidades para especializarse. Asimismo, se proyecta la creación del Instituto de Diseño de Microelectrónica (IDME) desde el cual se esperaba promover "la microelectrónica como una actividad económica sustentable en el país" (Libro Blanco, 2009, p. 61). Inicialmente, el objetivo consistía en establecer una unidad de diseño (*design house*), cuyo principal aporte de valor giraría en torno a la generación de propiedad intelectual.

De las mencionadas reuniones que organiza el CITEI participan miembros del Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos" (GISEE)[72] del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica (IIIE), de doble dependencia UNS- CONICET, quienes en el año 2005 organizan en la UNS la "Reunión de Trabajo de Microelectrónica y sus Aplicaciones (RTMA)", la cual convoca a investigadores y tecnólogos vinculados a la Electrónica y Microelectrónica del país y del exterior. La reunión se planteó con el objetivo de generar un espacio de encuentro destinado al intercambio de ideas relativas a las oportunidades y posibilidades del desarrollo de esta tecnología en Argentina. A lo largo de estas jornadas se dictaron conferencias y charlas sobre diseño en silicio sobre aislante (SOI), diseño electrónico de bajo consumo, efectos de la radiación sobre circuitos integrados, diseño de cámaras (Imagers) CMOS, diseño asistido por computadoras y

[71] En las "Áreas Temáticas prioritarias se apunta a fortalecer proyectos de I+D orientados hacia resultados concretos de alto impacto económico y social. Estas, con sus correspondientes especificaciones, también han sido adoptadas por el CONICET para sus programas de Recursos Humanos, en particular para el Concurso de Becas Doctorales y Posdoctorales 2006".

[72] La trayectoria de este grupo será abordada en mayor profundidad en el capítulo 4.

arquitecturas reconfigurables en las cuales se desempeñaron como conferencistas miembros de la Universidad Johns Hopkins, la Universidad Federal de Rio Grande del Sur, UBA, UNS y la empresa INVAP.

Uno de los resultados de esta reunión fue la creación de la Escuela Argentina de Micro-Nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (EAMTA), cuyo objetivo consiste en difundir la Microelectrónica entre los estudiantes avanzados de las carreras de ingeniería, que los mismos conozcan las posibilidades de desempeñarse en este campo y que adquieran ciertos conocimientos y habilidades relativos al diseño. La EAMTA se realiza por primera vez en el año 2006 en la UNS y a partir de entonces, se lleva adelante anualmente en distintas sedes[73]. Durante las jornadas que dura la EAMTA los estudiantes, además de tomar cursos, diseñan CIs que en algunos casos se envían a fabricar al exterior. En el marco de la EAMTA se comienza a organizar asimismo la Conferencia Argentina de Micro-nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (CAMTA)[74], que funciona como un espacio de encuentro y debate entre investigadores y tecnólogos.

Por otra parte, dado que la Microelectrónica había sido identificada como Área Temática Prioritaria en el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología 2006- 2010, desde la ANPCYT a partir del año 2007 se financian una serie de proyectos de I+D en este área en el marco del Programa en Áreas Estratégicas (PAE). De los mismos participan los grupos que habían empezado a interactuar a partir de las iniciativas y actividades mencionadas previamente[75]. Uno de estos fue el "Proyecto Integrado en

[73] 2007, Universidad Católica de Córdoba; 2008, Centro Atómico Constituyentes de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CAC-CNEA) y Centro de Investigación y desarrollo de las telecomunicaciones, electrónica y tecnología informática del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI); 2009, Instituto Balseiro y Centro Atómico de Bariloche (CNEA); 2010, Instituto de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de la República del Uruguay y Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Católica del Uruguay; 2011, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires; 2012, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba; 2013, Departamento de Ingeniería Electrónica, de la Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Tecnológica Nacional (UTN); 2014, Facultad Regional Mendoza de la UTN; 2015, Facultad Regional Villa María de la UTN; 2016, Universidad Nacional del Comahue; 2017, Universidad Nacional de San Martín; 2019, Universidad Nacional de Mar del Plata y Universidad CAESE Mar del Plata.

[74] En el año 2019 CAMTA no se realiza, y en su lugar se organiza la Primer Conferencia Argentina de Electrónica.

[75]El "Primer Panel de Análisis Estratégico en Microelectrónica" (2005), la "Reunión de Trabajo de Microelectrónica y sus Aplicaciones (RTMA)" (2005), el "Segundo Panel de Prospectiva en Microelectrónica" (2006), la Escuela Argentina de Micro-Nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (EAMTA) y la Conferencia Argentina de Micro-nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (CAMTA).

el área de Microelectrónica para el Diseño de Circuitos Integrados"[76] del cual participaron miembros del GISSE, el CITEI y el Grupo de Microelectrónica de la Universidad Católica de Córdoba. En el mismo se realizaron actividades en colaboración con empresas, se formaron recursos humanos y se adquirió equipamiento para el diseño, simulación, caracterización y testeo de CIs así como licencias de *software*. Otro proyecto PAE del cual participa el GISSE junto con CITEI estuvo orientado al diseño, fabricación y caracterización de micro y nano dispositivos para aplicaciones en el área espacial, la seguridad y la salud, el cual fue liderado por el grupo Dispositivos Micro Electromecánicos (MEMS) de la CNEA.

A fines de esta década y principios de la siguiente tienen lugar tres sucesos que prometían otorgarle un impulso significativo a la especialización en Microelectrónica. Uno de estos hitos fue la conformación del grupo asociativo público privado Tecnópolis del Sur, desde donde se proyecta la conformación de un PCT en Electrónica y Microelectrónica. Como se desarrollará en el próximo capítulo, el mismo surge a raíz de una política del gobierno nacional orientada a apoyar, con un financiamiento superior al habitual, la asociatividad público privada en temas considerados estratégicos. En la convocatoria a FS en TICS del año 2010, una de las tres capacidades que se esperaba apoyar, "Desarrollar estrategias enfocadas al diseño y encapsulado de circuitos integrados" corresponde al área de Microelectrónica. El GISSE y el CITEI, entre otros actores, presentan en esta convocatoria el proyecto de conformar Tecnópolis del Sur y el CIDEI, por su parte, presenta y obtiene el financiamiento para un proyecto en el cual se proponía el diseño, encapsulado y testeo de CIs para iluminación con LED y lámparas fluorescentes compactas[77].

Los otros sucesos consisten en el diseño local de CIs para aplicaciones multimedia, proyecto alineado con la política pública del gobierno nacional en comunicaciones, y en la instalación de una fábrica de CIs. Ambas iniciativas, cómo se verá en los próximos apartados, no logran concretarse.

---

[76] En este proyecto se plantea nuevamente la creación del Instituto de Diseño de Microelectrónica (IDME) en el marco del INTI, si bien esto no logra concretarse.

[77] El proyecto se denominó "Plataforma tecnológica de circuitos integrados y encapsulados para iluminación más eficiente". Tenía como objetivo final desarrollar localmente tecnología de sistemas LED y sustituir importaciones (Casos de asociatividad e innovación, 2015).

Diseño de Circuitos Integrados para aplicaciones multimedia.

En el marco de las políticas públicas dispuestas por el gobierno nacional tendientes a mejorar la infraestructura y los servicios relativos a las comunicaciones, se vislumbra desde la FAN la oportunidad de desarrollar localmente tecnología Microelectrónica para aplicaciones multimedia. Al respecto cabe señalar que en el año 2010 se presenta el Plan Argentina Conectada –bajo la órbita del Ministerio de Planificación de la Nación- orientado al desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones de manera federal y la universalización del acceso a los servicios de Internet. El Plan proponía articular con la Televisión Digital Abierta (TDA) y el Programa Conectar Igualdad (Baladron, 2019).

La TDA, una política pública impulsada por el gobierno nacional a partir de la adopción en 2009 de la norma japonesa para las transmisiones de radio y televisión digital (ISBD[78]), consiste en el sistema nacional de distribución de contenidos de televisión en formato digital que se provee de manera gratuita. La provisión de esta señal se realiza a través de antenas y en ciertas regiones se complementa con servicios satelitales provistos por la plataforma de la empresa ARSAT. Para poder acceder a la señal digital es necesario contar un televisor que sintonice la señal digital o un decodificador conectado al televisor. El Plan Conectar Igualdad es una política pública nacional implementada a partir del año 2010 orientada a la reducción de la brecha digital principalmente mediante la distribución de *netbooks* entre docentes y estudiantes de instituciones educativas públicas. Si bien en algunos casos se recurrió directamente a la importación de estos dispositivos, las *netbooks*, los decodificadores[79] así como los nuevos televisores que salen al mercado con el decodificador incorporado para recibir la señal de la TDA se ensamblaron fundamentalmente en las empresas radicadas en la Provincia de Tierra del Fuego a partir de un conjunto de componentes importados[80]. En el marco de estas políticas surge desde la FAN la iniciativa de evaluar las posibilidades relativas a diseñar localmente CIs de alta complejidad adaptados a los requerimientos del Plan

[78] Integrated Services Digital Broadcasting
[79] Los cuales se podían comprar o acceder a ellos gratuitamente a través del Plan Mi Tv Digital
[80] Al respecto cabe señalar que en 2009 con la ley 26.539 se sancionan nuevos beneficios para la industria electrónica de Tierra del Fuego con la eliminación de la exención de impuestos internos y duplicación del IVA para los productos electrónicos e informáticos que no fuesen fabricados allí.

Argentina Conectada, la Televisión Digital Abierta (TDA), y el Programa Conectar Igualdad (Entrevista nº 16, comunicación personal, 13 de Agosto de 2020).

La iniciativa se fundamentó en una serie de elementos. Por un lado, como ya se mencionó, en la política pública de telecomunicaciones, en la inversión que se proponía el gobierno nacional en este contexto para la compra de *netbooks* y decodificadores, entre otros dispositivos, y en la oportunidad que estas compras abren para el desarrollo local de tecnología. Por otro lado, en la centralidad que tienen los CI para cualquier dispositivo electrónico y en que su diseño concentra entre la mitad y las 2/3 partes de su costo. Asimismo, se fundamenta en las capacidades acumuladas por grupos como el GISSE y el CIDEI en el diseño de CI. La electrónica de consumo, por su parte, es un sector crítico habida cuenta de su peso en el déficit comercial (Perrone y Santarcángelo, 2018), en particular en un contexto de expansión de la demanda interna. De allí que la exploración de las posibilidades relativas a la sustitución de importaciones fue otro de los elementos que justificaba la iniciativa. Finalmente, la evaluación relativa al diseño local de un SOC[81] para aplicaciones multimedia se fundamenta asimismo en la oportunidad que se había abierto recientemente con la estrategia de la empresa ARM[82] de vender la propiedad intelectual de módulos que permiten el diseño de CIs a medida, lo cual permitía reducir los tiempos del diseño (Entrevista nº 16, comunicación personal, 13 de Agosto de 2020).

Sobre la base de estas consideraciones, la FAN solicita un estudio orientado a determinar la factibilidad de este proyecto, del cual participan, entre otros el GISSE y el CIDEI. En el mismo se propuso responder a las siguientes preguntas: "¿Existe un producto adecuado en el mercado nacional para la incorporación de un Sistema en Chip (SoC) avanzado? ¿Es posible diseñar este chip en Argentina en un lapso adecuado para el producto? ¿Cuáles deberían ser sus características técnicas y cuáles serían los costos? ¿Cuál sería el impacto en términos tecnológicos, económicos y de desarrollo de un proyecto de esta naturaleza?" (Julián y Masson, 2017, p. 140).

[81] Se refiere a un CI que integra todos o la mayoría de los componentes de una computadora o un sistema electrónico.

[82] Multinacional dedicada a los semiconductores y al desarrollo de software con sede en Cambridge, Inglaterra.

En el estudio se contemplaron celulares, *tablets* y televisores *smart.* Analizando los costos del desarrollo, las prestaciones requeridas y el tiempo de validez en el mercado de estos productos, en este estudio se concluye que es factible diseñar un SOC para televisores *smart* o decodificadores para la recepción de la señal de la TV Digital Abierta**,** siempre que exista una política pública que respalde el desarrollo, es decir que privilegie la compra de dispositivos con el CI diseñado localmente (Entrevista nº 1, comunicación personal, 22 de Mayo de 2018). En el contexto en el que se realizó el estudio se estimaba que había un mercado potencial que de varios millones de unidades por año. Luego de finalizar la etapa del diseño, se preveía que los CIs se fabriquen en el exterior (en una *foundrie*) y que las empresas ensambladoras locales adquieran este CI y lo incorporen en los dispositivos electrónicos.

Si bien no estaba previsto que el CI diseñado localmente fuese más económico que otros disponibles en el mercado, lo cual como señala Alex Lozano[83] **"**siendo uno de los primeros desarrollos a nivel local, sería muy pretencioso querer competir con los que están a la vanguardia a nivel mundial y tienen años de experiencia"[84], constituía un paso importante en la posibilidad de desarrollar localmente tecnología Microelectrónica adaptada a necesidades específicas y abría la posibilidad de desarrollar nuevos productos a futuro en la medida en que permitía continuar aprendiendo, generando conocimiento y acumulando capacidades (Entrevista nº 1, comunicación personal, 22 de Mayo de 2018).

Con estas conclusiones y el acuerdo con el Ministerio de Planificación de la Nación, quien aceptaba financiar esta iniciativa, se inician las gestiones para el desarrollo de un SoC que provea una Plataforma Multimedia Inteligente (PMI) para televisión digital, distribución de contenidos multimediales y aplicaciones en la nube (Julián y Masson, 2015). Este proyecto impulsa finalmente la creación de un centro en el INTI abocado a la Microelectrónica -cuya creación se había propuesto en distintas oportunidades desde 2005- desde donde se prevé el desarrollo del SOC.

---

[83] Ingeniero electrónico, miembro del CIDEI involucrado en el proyecto del diseño del CI. Actual director del CMNB.

[84] Fuente: Entrevista realizada por RedUsers a Alex Lozano, publicada el 1 de Julio de 2013, disponible en http://www.redusers.com/noticias/como-se-disenan-circuitos-integrados-en-la-argentina/

El Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (CMNB) se crea en 2012 con dos sedes, una en el Parque Tecnológico Miguelete (San Martín), donde se concentran la mayoría de los centros de la institución y otra en Bahía Blanca. La sede en Bahía Blanca se establece considerando la disponibilidad de profesionales formados en Microelectrónica en la UNS, los cuales son incorporados al centro, y en la colaboración de miembros del GISSE en la dirección del proyecto. Estaba previsto que la sede del CMNB de Bahía Blanca se aboque al diseño del CI y que la sede ubicada en San Martin se centre en la interfaz entre el CI y el exterior[85].

En este contexto, Tecnópolis del Sur ya se encontraba en funcionamiento y el diseño del CI forma parte de los proyectos que se desarrollan desde el consorcio, futuro PCT. No obstante, si bien se avanza en las especificaciones técnicas, el relevamiento de bloques de propiedad intelectual, los contactos con proveedores y la formación de recursos humanos[86], las desinteligencias entre el Ministerio de Planificación, que era quien financiaba la iniciativa, y el Ministerio de Industria, ámbito de pertenencia del INTI, traban el desarrollo del mismo y finalmente la iniciativa se desarticula.

Unitec Blue y la fabricación de Circuitos Integrados

El tercer episodio significativo del período lo constituye la creación de la empresa Unitec Blue y el proyecto de instalar una fábrica de CIs en la Provincia de Buenos Aires. Como se mencionó previamente, la fabricación de CIs constituye la etapa más costosa de la industria Microelectrónica dada la inversión que se requiere en bienes de capital, entre otros conceptos, y suele estar reservada para los grandes jugadores globales, en particular a medida que se fabrica en las dimensiones más reducidas y con mayor nivel de integración de componentes, es decir, en el "nodo" más avanzado.

Unitec Blue es una empresa de la Corporación América (CA)[87] que surge a partir de una pyme argentina que fabricaba tarjetas magnéticas, entre ellas la tarjeta SUBE[88].

---

[85] Fuente: Entrevista realizada por RedUsers a Alex Lozano, publicada el 1 de Julio de 2013, disponible en http://www.redusers.com/noticias/como-se-disenan-circuitos-integrados-en-la-argentina/

[86] En este caso se formaron tres magísteres en el área de verificación de CI.

[87] Holding de origen argentino compuesto por distintas industrias como la aeroportuaria, agroindustrias, energía e infraestructura.

En un contexto de fuerte restricción externa[89], los directivos de esta pyme le proponen a funcionarios de la Secretaría de Comercio Interior abrir un negocio sobre la base de la importación de tarjetas magnéticas con CIs. La contrapropuesta de parte de la Secretaría consistió en no importarlas y producirlas localmente. A fines del 2011 se le presenta este proyecto a Eduardo Eurlnekian, presidente de CA, a quien le interesa el negocio, compra la pyme y crea Unitec Blue (Entrevista nº 25, comunicación personal, 19 de Enero de 2021).

A partir de una inversión de alrededor de 70 millones de dólares, se reforma la antigua planta textil de CA en Chascomús (Provincia de Buenos Aires), se monta una fábrica con tecnología de producción importada de Alemania[90] y una sala limpia de vanguardia acorde a las más exigentes normas de calidad. La empresa inicia su actividad productiva a mediados del 2012 con etiquetas RFID[91] y tarjetas GSM[92]. La producción se ubica en lo que se denomina la etapa de *back end*, la última etapa de la industria Microelectrónica, en la cual se prepara el CI para que pueda ser utilizado en un sistema (Entrevista nº 25, comunicación personal, 19 de Enero de 2021).

Si bien la producción se inicia con insumos importados, se proyecta avanzar hacia otras etapas productivas mediante la instalación de una fábrica de CIs para sustituir esta importación, a partir de lo cual se evalúan distintas opciones. En paralelo algunos directivos de la empresa comienzan conversaciones con referentes del centro de CMNB para entablar una colaboración. En esta exploración de posibilidades fueron considerados distintos elementos, entre ellos, el tipo de fábrica, los proveedores, el nodo de fabricación y el costo de la inversión. En lo que se refiere al nodo, se orientan por la fabricación en 180 nanómetros, que si bien se trata de una generación antigua en comparación con la tecnología más avanzada[93], era

---

[88] SUBE refiere al Sistema Único de Boleto Electrónico, implementado en Argentina para el transporte público a partir de 2011.

[89] En este contexto se implementaron distintas medidas de política comercial, entre ellas las Licencias No Automáticas (LNA), orientadas a la restricción de importaciones en ciertos sectores cuya composición empresarial se encontraba conformada principalmente por pymes. Las LNA debían ser tramitadas ante la Subsecretaría de Comercio Exterior de la Secretaría de Industria y Comercio, a razón de una por cada embarque individual. (Rampinini y Mondino, 2019).

[90] Provista por la empresa Mühlbauer.

[91] RFID es la sigla de Radio Frequency Identification, traducido como identificación por radiofrecuencia. Consiste en un sistema de comunicación sin cables a través de señales de radio compuesto por un CI.

[92] GSM es la sigla de Global System for Mobile communications, traducido como Sistema Global de comunicaciones Móviles. Consiste en el estándar en telecomunicaciones móviles más extendido del mundo. Las tarjetas SIM contienen un CI que se inserta en los teléfonos celulares.

[93] En 2012 se alcanza el nodo de 22 nanómetros.

aquella que estaba dentro de las posibilidades de la empresa, dado que a medida que el nivel de miniaturización e integración aumenta también lo hace el costo de la fabricación. Este nodo no permite la producción de CIs de memoria o celulares, que requieren nodos más avanzados, sino que permite la producción de microcontroladores[94], sistemas integrados para "internet de las cosas" (en inglés, Internet of things, abreviado IoT) y CIs para etiquetas RFID y tarjetas GSM, entre otros (Entrevista nº 25, comunicación personal, 19 de Enero de 2021). Estas últimas, como ya se mencionó, se estaban produciendo a partir de CIs importados.

En este período de exploración de opciones, la empresa recibe distintas ofertas de empresas como Tower Jazz y ST Microelectronics, entre otras. Se estaba considerando la instalación de una fábrica "llave en mano", la cual, en el nodo de 180 nanometros, requería una inversión de entre 500 y 800 millones de dólares. En lo relativo al mercado, si bien no resultaba tan claro en un inicio, se llegó a la conclusión de que se debía plantear una instalación con una capacidad productiva que exceda ampliamente el mercado local y se proyecte a escala latinoamericana para que la inversión se justifique, es decir una producción de cientos de millones de CIs.

Con el proceso de definiciones y negociaciones avanzado, los directivos de la empresa toman conocimiento de un hecho que cambia el rumbo del proyecto: en Brasil se estaba proyectando la instalación de una fábrica de CIs con el apoyo de IBM. Estaba previsto que el Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)[95] y un inversor privado, el Grupo Batista, aportaran el capital y que IBM, transfiriera la tecnología de fabricación de 180 nanómetros. Frente a este proyecto, que parecía más consistente en distintos aspectos que el proyecto argentino –Brasil estaba desarrollando un Plan Nacional en Microelectrónica, contaban con estudios de factibilidad económica mucho más rigurosos que en el caso argentino y la presencia de IBM le otorgaba un gran respaldo a la iniciativa- desde la dirección de Unitec Blue se evaluó que no tenía sentido competir con esta iniciativa, por lo que abandonan momentáneamente el proyecto, hasta que surge la posibilidad para Unitec Blue de comprar las acciones del Grupo Batista cuando este entra en bancarrota.

[94] Circuitos integrados programables.
[95] Institución que tiene como misión financiar emprendimientos orientados al desarrollo del país.

A partir de esto, Unitec Blue mantiene su fábrica de *back end* en Chascomús y proyecta la fabricación en Brasil desde Unitec Semiconductores. En lo relativo a la relación que se había establecido con el INTI, la misma deriva en el proyecto de crear una empresa público privada, denominada Argenium, con una participación de 51% de Unitec Blue y 49% INTI. Esta empresa se proponía avanzar en el negocio del diseño de CIs sobre las capacidades en el área del CMNB. Un ensayo de lo que sería esta colaboración público privada fue el diseño de un CI RFID entre Unitec semiconductores y el CMNB. No obstante, la creación de la empresa demora alrededor de dos años en concretarse – dada la aprobación que se requiere para que un organismo de ciencia y técnica pueda participar de una empresa Sociedad Anónima- y en este período el proyecto fue perdiendo interés en CA y finalmente termina desestimado. Finalmente, la planta de CIs de Brasil corre una suerte similar al no terminarse de montar.

11. Consideraciones finales

La Microelectrónica refiere a la tendencia a la integración y miniaturización de los componentes y dispositivos electrónicos que ha dado lugar a un aumento exponencial en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de la información. En este sentido distintos autores le han otorgado un rol decisivo en la configuración económica y tecnológica que se abre a partir de la década de 1970 (Cortés, 1998; Pérez, 1985; Castells, 1997). La industria Microelectrónica se encuentra dominada por las grandes compañías internacionales y se caracteriza por ser una industria en constante innovación. A simple vista, los determinantes que operan parecen constituirse en obstáculos insuperables para su desarrollo en países como Argentina.

Una primera aproximación a la historia de la Microelectrónica en Argentina sugiere que las experiencias de I+D han sido relativamente escasas. La política pública así como la demanda de parte del sector productivo no parecen haber desempeñado un rol en la estructuración de esta actividad. Si bien se pueden rastrear ciertos esfuerzos orientados a controlar tecnologías de fabricación de dispositivos semiconductores, tanto en el sector público (UBA, CITEFA, INTI) como en el privado (FATE), la falta de continuidad y de integración de estas capacidades en una estrategia más amplia las encuentra como experiencias relativamente aisladas y voluntaristas. Las

actividades académicas que se apoyaron en los recursos de la cooperación internacional, a fines de los 80 y durante la década de los 90, sugieren un interés de parte de los grupos locales por participar de este campo de conocimiento, en un contexto signado por las limitaciones de la política pública en ciencia y tecnología.

Es recién a partir de la primera década de los años 2000 que parecen conjugarse una serie de elementos que prometían cierta especialización en el campo, a raíz del consenso que se construye entre ciertos actores del sector científico y tecnológico respecto de las posibilidades que abre la especialización en el diseño de CIs y de la motivación de los mismos por impulsar este esquema. En un contexto político relativamente auspicioso - caracterizado por la revalorización de la ciencia y la tecnología como estrategia de desarrollo, la recomposición de la posición fiscal del Estado y el apoyo a las actividades de colaboración entre el sector científico y el productivo- se planifica la conformación de espacios de formación e intercambio entre investigadores, un centro especializado en Microelectrónica orientado a funcionar como *desing house*, el diseño de CIs en línea con las políticas de telecomunicaciones del gobierno nacional, la conformación de un Parque Científico y Tecnológico desde donde llevar adelante este tipo de desarrollos y la instalación de una fábrica de CIs. No obstante, los planes no resultan exactamente tal como lo previsto, y mientras algunas iniciativas prosperan, la Escuela Argentina de Micro y Nano Electrónica por ejemplo, otras se discontinúan.

Salvo la iniciativa de la empresa Unitec Blue, el resto de las mismas se sustentan en el diagnóstico de que Argentina tiene posibilidades de insertarse en la industria Microelectrónica en la etapa del diseño. Esta se caracteriza por ser una etapa de alto valor agregado que demanda recursos –humanos y financieros- accesibles para el país. La Escuela Argentina de Micro y Nano Electrónica se inició justamente con el objetivo de empezar a formar a las nuevas generaciones en esta habilidad. La estrategia de Unitec Blue – empresa que si bien contaba con el respaldo de CA no tenía trayectoria en el negocio de los semiconductores- se sustentó en la producción en una generación relativamente antigua pero con la proyección de proveer al mercado latinoamericano, ya que de producir a una escala menor la inversión de la planta no se justificaba. La iniciativa de establecer una fábrica de CIs, inédita en el país y en cierto sentido impensada se frustra frente a la aparición de un competidor en Brasil, país con cierta trayectoria en Microelectrónica y que contaba en ese

momento con una política específica de apoyo a la misma (Santos y Varrichio, 2019).

Las mencionadas experiencias permiten identificar preliminarmente una serie de cuestiones involucradas en un análisis acerca de la especialización en Microelectrónica:

i) La etapa de la que se pretende participar (diseño, *front end, back end*).

ii) La orientación hacia e**l** consumo masivo o un nicho de mercado.

iii) La orientación hacia tecnología de punta -con el mayor nivel de miniaturización e integración posible- o hacia una de las generaciones más antiguas.

iv) El nivel de inversión requerida.

v) La estrategia mediante la cual se asegura un mercado que justifique la inversión.

vi) La identificación de actores y sectores para quienes esta capacidad puede resultar decisiva, así como los compromisos y alianzas que permitan que la especialización se sostenga en el tiempo.

Capítulo 3

El contexto que hace posible la colaboración: los Fondos Sectoriales como incentivo para la conformación del consorcio.

1. Introducción

El objetivo de este capítulo es ahondar en las particularidades del contexto en el cual se conforma el CAPP Tecnópolis del Sur, considerando en particular las características de la política pública que lo impulsa. Como se mencionó previamente, este grupo asociativo se conforma como tal a raíz de la convocatoria a Fondos Sectoriales (FS) en TICs. Los mismos fueron concebidos como el instrumento emblemático de una "nueva generación de políticas" orientadas a fortalecer la vinculación entre el sector científico y el sector socio productivo a fin de contribuir a la solución de problemas sociales y económicos (MINCYT, 2010). Se postula a modo de hipótesis que con el cambio de gestión acaecido en 2003 se abre una "ventana política" (Kingdon, 2014) para el despliegue de experiencias como la que se aborda en este trabajo.

Durante la primer década de los 2000, luego de una grave crisis política, económica e institucional, los principales indicadores sociales y económicos evidencian una notoria mejoría en el marco de un gobierno que reinstala el rol del Estado como principal articulador social. En este contexto se configura un escenario en el cual la ciencia y la tecnología son revalorizadas como estrategias de desarrollo. Esta orientación, presente en otros momentos históricos del país, tiene lugar en un contexto de recomposición de la posición fiscal del Estado que da lugar a un ciclo de inversión pública en el sector.

La creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCYT) a fines del 2007, fue una de las medidas más resonantes del período 2003-2015 que supuso, al

menos discursivamente, la jerarquización política e institucional del área. No obstante, mientras que las medidas adoptadas se plantearon en decidida oposición con el período anterior, existen asimismo relaciones de continuidad que se evidencian, por ejemplo, en el financiamiento externo de gran parte de los instrumentos de la ANPCYT.

En lo relativo al ámbito económico y productivo, la mencionada revalorización supuso el fortalecimiento del sector científico y tecnológico y su articulación con el sector productivo para la complejización de la matriz productiva y la creación de empleo calificado (Unzué y Emiliozzi, 2017). A medida que la industria local se recupera la cuestión de la restricción externa aparece nuevamente como un problema[96] y se vislumbra la necesidad de implementar estrategias orientadas a la sustitución de importaciones.

Una de las tendencias en política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) que se evidencia en la primera década de los 2000 es la adopción de un enfoque de priorización de sectores considerados estratégicos y el diseño de algunas políticas de tipo vertical (Porta y Lugones, 2011). Ejemplo de esto es el régimen de promoción de la industria del software97 y la creación del Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT), la creación de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) y la creación del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). Otra de las tendencias es la implementación de una serie de instrumentos[98] orientados a mejorar la articulación entre el sector científico y el productivo, los cuales tienen como destinatarios a grupos asociativos en vez de a actores individuales. Si bien en la política de CTI predominan los instrumentos destinados al sector académico la novedad en cuanto a los destinatarios es el grupo asociativo (Sarthou, 2018). La cuestión de la asociatividad ingresa en la agenda del gobierno no solo en el área de ciencia y tecnología, sino también en el Ministerio de Industria y en el Ministerio de Agroindustria con los programas Sistemas

[96] Dado el carácter fuertemente demandante de importaciones de la producción manufacturera local. La producción automotriz, la electrónica de consumo y el sector energético son los sectores críticos por su peso en el déficit comercial en el período 2003-2014 (Perrone y Santarcángelo, 2018).

[97] En setiembre del año 2004 se dicta la Ley 25.922 de promoción de la industria del software, otorgando a la Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa (SEPYME) la autoridad de aplicación.

[98] Entre los cuales cabe destacar: Proyectos de Investigación Científica Orientados (PICTO), Proyecto Integrado de Aglomerados Productivos (PITEC), Programa de Fortalecimiento de la Innovación Tecnológica en Aglomerados Productivos (FIT AP), Proyectos de Áreas Estratégicas (PAE), Fondos Sectoriales (FS), Fondos de Innovación Tecnológica Regionales (FITR), Proyectos Concertados con Empresas y Proyectos asociativos de diseño.

Productivos Locales y Programa de Servicios Agropecuarios Provinciales**,** respectivamente**.**

Las mencionadas tendencias –priorización de sectores y asociatividad- se encuentran reflejadas en los lineamientos de planificación del Plan Argentina Innovadora 2020. La lectura que prevalece en este documento es que la selectividad, focalización y los esquemas asociativos fueron revalorizados en un redireccionamiento de las políticas acorde con las características del contexto socioeconómico. Luego de un período de recuperación, la expectativa que se cierne sobre las actividades científico tecnológicas es que contribuyan a modificar el patrón de especialización productiva y aumenten la productividad de la economía al tiempo que colaboran en la resolución de problemas sociales y ambientales.

El presente capítulo, orientado a profundizar en las características de este contexto y en las particularidades de los FS, se organiza de la siguiente manera: en el primer apartado se presenta cómo fueron evolucionando los instrumentos de la ANPCYT, de instrumentos horizontales destinados a las empresas o al sector científico por separado a instrumentos centrados en la asociación entre los actores y posteriormente en donde esta asociación se entrelaza con la priorización de sectores identificados como estratégicos. La creación del FONARSEC y en particular los FS responde a la combinación de estos criterios.

En el segundo apartado se caracterizan dos instrumentos que sirvieron de antecedente a los FS así como la evaluación que de los mismos hicieron los hacedores de la política. Posteriormente se contextualiza la creación de los FS en Argentina en una tendencia más amplia de la política a nivel internacional. En el cuarto apartado, considerando que este instrumento se pone en marcha a través de préstamos del Banco Interamericano (BID) y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), se recupera la experiencia de la negociación entre las partes y los elementos que los bancos introducen en el diseño del instrumento. En el quinto apartado se analizan las expectativas de los funcionarios locales sobre la implementación de los FS así como las novedades que con esta política se introducen. En el apartado siguiente se abordan las características que asume el proceso de definición de prioridades y, finalmente, los insumos que fueron particularmente tenidos en cuenta en este proceso para la convocatoria FS en TICs 2010, que es a raíz de la cual se conforma Tecnópolis del Sur. En este punto se pone de

manifiesto cómo los actores académicos que toman la iniciativa en la conformación del CAPP habían participado de una instancia decisiva para la identificación de prioridades.

2. La ANPCYT y la evolución de sus fondos e instrumentos.

Como se mencionó en el capítulo 1, la ANPCYT es uno de los organismos de más reciente creación dentro del conjunto de instituciones públicas que se dedican a la ciencia, la tecnología y la innovación en Argentina. A través de sus fondos administra una serie de instrumentos destinados a la promoción de la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), los cuales se han ampliado y diversificado a lo largo de los años. Los recursos para financiar dichos instrumentos provienen de fuentes externas como el BID y BIRF así como del Tesoro Nacional.

Angelelli (2011) distingue en términos analíticos cuatro etapas históricas de la ANPCYT a lo largo de las cuales se puede evidenciar cómo paulatinamente se introducen en la cartera de instrumentos aquellos orientados a la asociatividad y al financiamiento de proyectos en áreas identificadas como estratégicas. En la etapa fundacional (1996-2001) prevalecen los instrumentos básicos de promoción en un contexto de economía estancada y baja prioridad para las políticas de CTI. La segunda etapa (2002-2005) se caracteriza por una diversificación de instrumentos en el FONCYT y el FONTAR, la creación del FONSOFT y el crecimiento del número de proyectos aprobados en un contexto de recuperación económica y priorización de políticas de CTI[99]. En la tercera etapa (2006-2009) se ponen en marcha instrumentos para incentivar actividades de investigación e innovación de tipo asociativo entre investigadores y empresas, en un contexto de crecimiento económico y la creación del MINCYT. Finalmente la cuarta etapa, en la cual se inician las actividades del FONARSEC, se caracteriza por la implementación de instrumentos de apoyo a proyectos asociativos en sectores y temas identificados como estratégicos. Esto se da en el marco de una división del trabajo entre el MINCYT -que identifica y prioriza los

[99] Al final de esta segunda etapa se negocia un nuevo préstamo con el BID y las primeras evaluaciones de impacto del FONCYT y del FONTAR permiten concluir que los instrumentos estaban logrando adicionalidad en términos de producción de conocimiento y modernización e innovación empresarial.

sectores y temas- y la ANPCYT que instrumenta los mecanismos de selección y financiamiento.

Según Porta y Lugones (2011) la decisión de avanzar en la implementación de FS debe ser entendida como parte de un proceso de evolución de las políticas de CTI y de aprendizaje institucional. Luego de un período de aplicación de políticas horizontales, muchos países han iniciado una transición hacia políticas más focalizadas lo cual implica una orientación hacia políticas de mayor impacto y concordantes con la maduración de los procesos de innovación.

Los FS son un instrumento que reúne elementos de los tres fondos anteriores. Están orientados a promover la innovación asociativa público privada, como los instrumentos más novedosos del FONCYT y FONTAR, pero con el objetivo de mejorar la competitividad de sectores estratégicos preidentificados, como en el caso del FONSOFT. Por otra parte, a diferencia del FONTAR y del FONCYT que financian muchos proyectos "pequeños", el FONARSEC fue creado para apoyar pocos proyectos de gran envergadura (Angelelli, 2011). Otra característica de los FS es la exigencia de la conformación de consorcios asociativos y de una contraparte de financiamiento privada.

Además de los FS, el FONARSEC contó con instrumentos para impulsar la creación de empresas de base tecnológica (EMPRE-Tecno), la formación de Gerentes y Vinculadores tecnológicos (GETEC) y la financiación de Proyectos de Infraestructura y Equipamiento Tecnológico (PRIETec).

3. Los antecedentes directos de los Fondos Sectoriales y la evaluación relativa al diseño de nuevos instrumentos.

Durante lo que Angelelli (2011) identifica como la tercera etapa de la ANPCYT, la SECYT previo a su transformación en MINCYT y la ANPCYT, en las gestiones de Tulio del Bono y Barañao respectivamente, negocian con el BIRF el apoyo de un programa de crédito que da lugar a la creación de FS en sectores denominados "de alta tecnología": Biotecnología, Nanotecnología y TICs. Con posterioridad se negocia otro préstamo con el BID para FS en Agroindustria, Desarrollo Social, Energía, Salud, y Ambiente y Cambio Climático. El primer grupo financiado por el BIRF se denomina

Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS) y el segundo Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) (Del Bello, 2014).

La idea de implementar los FS se venía barajando desde las mencionadas gestiones en un contexto en el cual estaba finalizando el Programa de Modernización Tecnológica (PMT) III del BID y se estaba planteando el Proyecto de Innovación Tecnológico (PIT). La interpretación de la experiencia previa derivó en la idea de que era deseable generar instrumentos nuevos que apoyen experiencias de I+D+i de tipo asociativas, más allá de continuar apoyando a las empresas e instituciones científicas por separado, lo cual en cierto sentido significaba seguir replicando el esquema de falta de articulación entre ambos sectores (Entrevista nº 9, comunicación personal, 23 de Junio de 2020; Entrevista nº 10, comunicación personal, 6 de Julio de 2020; Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020).

Uno de los antecedentes de los FS son los Proyectos de Áreas Estratégicas (PAE)[100] implementados en 2006 por el FONCYT en el marco del PMT III. Con el PAE, y luego con los Proyectos Integrados de Aglomerados Productivos (PITEC)[101] gestionados por el FONTAR, aparece la figura de la Asociación Ad-Hoc (AAH), la cual presenta el proyecto y se constituye en beneficiaria. En los PAE la AAH consistía en una asociación de grupos de investigación que, en el caso de proyectos con impacto en la producción de bienes y servicios, debía incluir una o más empresas o entidades representativas de las mismas mientras que, en el caso de proyectos orientados a la resolución de problemas sociales, la AAH debía incluir una o más entidades de la sociedad civil vinculadas al problema. En el caso de los PITEC la AAH es una asociación público privado que puede estar compuesta por empresas, asociaciones de empresas, instituciones de I+D, centros tecnológicos, cámaras empresarias y gobiernos locales.

En el PAE, además de estar presente el elemento asociativo, se advierte la focalización del esfuerzo en que los proyectos financiados responden a las áreas identificadas como prioritarias en el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología del Bicentenario 2006-2010. Los mismos fueron concebidos como "instrumentos que promueven la integración y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología" (Bases IP-PAE, 2006, p.

[100] Los proyectos financiados debían estar orientados al desarrollo de conocimiento en "temas prioritarios", la resolución de "problemas prioritarios", y/o el aprovechamiento de "oportunidades emergentes" para la producción de bienes y servicios (Fuente: Bases PAE).

[101] Instrumento que financia actividades de investigación, desarrollo y modernización tecnológica.

3) a través de la interacción de los organismos productores de conocimiento con empresas y entidades de la sociedad civil. No obstante, a medida que los proyectos financiados avanzaron, la evaluación que se hizo de los mismos fue que la articulación entre las partes resultaba escasa y que no predominaba una implementación colaborativa (Entrevista nº 10, comunicación personal, 6 de Julio de 2020). No colaboraba en la dinámica asociativa, de los PAE y PITEC, que los proyectos no contaran con financiamiento específico sino que se financiaran con la cartera de instrumentos existentes y que en cada caso de debía pasar por el circuito tradicional de cada uno de los instrumentos, lo cual le sumaba complejidad a la implementación. Con estas experiencias en marcha la SECYT y la ANPCYT negocian con el BIRF un préstamo para financiar una batería de instrumentos orientados a la transformación del perfil productivo y la articulación entre el sector científico y productivo, el cual da lugar a la creación del FONARSEC y los FS.

4. Los antecedentes internacionales.

La creación del FONARSEC y de los FS tiene lugar en un marco más amplio de políticas que promueven esquemas de colaboración público privados orientados a la innovación. Durante la primera década de los años 2000 se puede constatar una proliferación de políticas que se implementaron en este sentido. La OECD, por ejemplo, reconoció cómo en estos años la asociatividad público privada se expandió entre los países miembro, reflejándose en el diseño de nuevos programas y en el aumento de su presupuesto (OECD, 2004; OECD, 2004 a; OECD, 2004 b; OECD, 2004 c).

El carácter generalizado de este tipo de esfuerzos se puede constatar asimismo en un relevamiento realizado por Aggio *et al* (2014) en el cual se identificaron 37 políticas orientadas a la asociatividad público privada, las cuales tenían lugar en 18 países de Europa, América del Norte, Asia, Australia y Latinoamérica. Las mismas variaban según el grado de formalidad del acuerdo, las características de los agentes involucrados, los esfuerzos que deben realizar los distintos integrantes y el tipo de resultados esperados, entre otras cuestiones.

Del análisis de estas políticas se advierte la focalización de los esfuerzos siguiendo criterios regionales, sectoriales o tecnológicos, al priorizarse regiones, tecnologías de propósito general (sobre todo Nanotecnología y Biotecnología) y sectores definidos

como estratégicos. Una de las conclusiones a la que arriban los autores es que la complejidad en la asociatividad público privada requiere de estructuras productivas con empresas de elevadas capacidades tecnológicas por un lado y de organizaciones científico tecnológicas altamente calificadas con capacidad de responder a las necesidades del sector productivo.

En América Latina varios países implementaron políticas orientadas a la promoción de esquemas asociativos público privados en ciencia y tecnología. Los instrumentos que promovieron estos esquemas tendieron a denominarse FS si bien adoptaron características particulares en cada país. Los FS brasileros fueron tomados como referencia por gran parte de los países de la región incluida Argentina. No obstante, este caso contrasta con el resto en la forma que adquirió su esquema de financiamiento. Mientras que en varios países de la región se destaca el papel de los organismos multilaterales, especialmente el BID, en Brasil el financiamiento provino de los propios sectores productivos a través de impuestos a la importación de tecnología, pagos de royalties, licencias y contribuciones de empresas beneficiadas por incentivos fiscales (Invernizzi, 2003; Emiliozzi, 2020).

5. Las negociaciones con los bancos y la cuestión de los expertos.

El hecho de que en Argentina el financiamiento para los FS proviniera de préstamos otorgados por organismos internacionales supuso una instancia de negociación entre las partes. Los préstamos del BIRF y del BID permitieron poner en marcha el instrumento y financiar las primeras convocatorias del mismo, luego de las cuales el instrumento se discontinúa. Mientras que con el BID existía una larga experiencia de articulación (Aguiar *et al*, 2015) con el BIRF, que usualmente financia proyectos de infraestructura, fue una de las primeras instancias en las cuales se financiaron iniciativas de ciencia y tecnología. Esta articulación resultó particularmente compleja en parte fundada en el desconocimiento de los funcionarios y técnicos del BIRF sobre las particularidades del contexto local y en cuestiones de índole conceptual (Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020).

En estas negociaciones, para los representantes de los bancos, resultaba particularmente importante garantizar cierta objetividad y separar el ámbito del saber técnico de los intereses políticos. Los representantes del BIRF, por ejemplo, enfatizaban en que se identificara una organización de contraparte con quien definir los temas de la

convocatoria y consensuar la toma de decisiones, en la idea de identificar a los "expertos" y que fuesen ellos los que validaran las mismas. Mientras que en el caso de los FITS existía un correlato claro entre el sector y la organización de contraparte[102] en el caso de las tecnologías transversales (Biotecnología, Nanotecnología y TICs) ese correlato no resultaba tan evidente. De allí que este organismo realiza una preinversión para financiar un estudio de consultoría orientado a la consulta e identificación de prioridades, con la lógica de entregar un "paquete cerrado" al ámbito de la política.

En el caso del BID la expectativa de que los intereses políticos no incidan en el proceso de implementación se puede ver reflejada en el Reglamento Operativo de los Fondos Sectoriales del mencionado organismo, que deja planteada una clara separación entre la Fase Político Programática donde se identifican las prioridades a cargo del MINCYT y la Fase Operativa a cargo de la ANPCYT. Estaba previsto originalmente que, durante la fase de identificación de prioridades, los responsables del MINCYT contaran con el apoyo de los Consejos Tecnológicos Sectoriales (uno por sector) compuestos por representantes del sector científico, productivo y civil.

6. Concepciones, expectativas y novedades.

Los FS fueron concebidos como "el instrumento central para la implementación de una nueva generación de políticas que intentan fortalecer la vinculación entre el sector científico y tecnológico con el sector socio productivo a fin de contribuir a la solución de problemas sociales y económicos" (MINCYT, 2010, p.2). Con este instrumento, que introduce una serie de novedades, se esperaba poder mejorar la situación de dos problemas largamente diagnosticados en Argentina: la falta de vinculación entre el sector científico y el sector productivo y la baja inversión del sector productivo en I+D (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020). En este sentido, algunos de los aspectos novedosos que el instrumento inaugura es la formalización de la vinculación entre los sectores y la exigencia de un financiamiento privado de contraparte. La figura de la AAH que se introduce con los PAE y PITEC se formaliza aún más en los FS con la exigencia de la conformación de un consorcio asociativo público privado (CAPP).

Otra de las novedades que trae el instrumento es la identificación de cuestiones específicas a ser apoyadas para cada convocatoria en cada uno de los sectores y

[102] Por ejemplo, en el caso del FITS Salud, el interlocutor es el Ministerio de Salud.

tecnologías. Luego de la definición de las tecnologías y sectores se ponen en marcha un conjunto de mecanismos orientados a la definición de prioridades, los cuales tuvieron sus particularidades en cada uno de los fondos. Asociado a ello, otra de las novedades que instituyen los FS es una clara diferenciación de funciones entre el MINCYT, como el organismo responsable de la definición de las prioridades y la ANPCYT que queda a cargo de la implementación. Finalmente, otros aspectos novedosos del instrumento fueron la importancia del financiamiento otorgado a cada proyecto y el grado de seguimiento que los mismos tuvieron, el cual quedo bajo la órbita del FONARSEC.

En la concepción del instrumento conviven dos expectativas: la de mejorar las capacidades de ciertos sectores y tecnologías y la de apoyar proyectos que arriben a resultados concretos y que operen de modelo para el resto de los actores del sistema. La primera expectativa queda reflejada en la definición de los FS como instrumento que deriva en la conformación de "Plataformas Tecnológicas"[103], es decir, que sirven de apoyo o base para nuevos proyectos.

"La palabra que se usaba mucho en ese momento es la plataforma, hagamos plataformas desde las cuales se puedan desarrollar después nuevas vacunas, nuevas aplicaciones en micro y nano electrónica pero que fueran capacidades, después los proyectos fueron muy concretos, pero al principio era que al final del día de esos proyectos quedara esa capacidad de manera que se subiera un escalón en temas de capacidad. No solo que se generara esa capacidad sino que la misma fuese asociativa" (Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020).

En lo relativo a la expectativa de obtener resultados que puedan ser replicados por otros grupos asociativos cabe señalar que estaba en el clima de la época la idea de que la ciencia y la tecnología pueden y deben colaborar concretamente en mejorar las condiciones sociales y productivas del país. Como señala Del Bello (2014), la Presidenta Cristina Fernández de Kirchner fue la primera en incorporar al discurso político la importancia de la innovación para la competitividad de la economía. En sus discursos era frecuente la referencia a cuestiones de esta índole.

[103] Según señala una comunicación oficial: "El eje conceptual y operativo de los fondos sectoriales está dado por las "Plataformas tecnológicas" las cuales suministran el marco propicio para la reunión de actores públicos y privados quienes en conjunto definen los cursos de acción deseables y factibles que dependen de la investigación, el desarrollo y la innovación para concretar los objetivos de crecimiento, competitividad y sustentabilidad de corto, mediano y largo plazo de su sector de incumbencia". Fuente: https://www.argentina.gob.ar/ciencia/agencia/fondo-argentino-sectorial-fonarsec

“El conocimiento ocupa en nuestro gobierno y en nuestro proyecto un lugar fundamental. No se trata de un conocimiento aislado, que no interactúa con la sociedad; al contrario, es un conocimiento, una ciencia y una tecnología que interactúan con la comunidad, con la economía, con la salud, para precisamente a través de la innovación tecnológica lograr agregar valor y conocimiento a nuestra economía” (Fragmento del discurso pronunciado por Cristina Fernández de Kirchner en el marco de la inauguración del Polo Científico Tecnológico, el 6 de octubre de 2011. Plan Argentina Innovadora 2020, p. 8).

Al respecto, parece relevante recuperar la experiencia de Barañao, quien fue presidente de la ANPCYT cuando se negociaron los préstamos que pusieron en marcha los FS y quién estuvo a cargo del MINCYT cuando se definieron las capacidades a financiar por las distintas convocatorias. Barañao había protagonizado con la empresa de biotecnología BioSidus y científicos del CONICET, entre otros, la clonación de la primera ternera argentina desarrollada para la obtención de medicamentos para ser aplicados en medicina humana. Esta experiencia, que ubicaba a Argentina en un reducido grupo de países que habían sido capaces de clonar vacunos, conjuga el desarrollo de un proyecto de gran envergadura mediante la articulación público privada que da lugar a un producto concreto de alto valor económico, con la utilización de una de las denominadas tecnologías transversales. Este esquema es el que Barañao esperaba poder replicar con los FS (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020).

7. La definición de prioridades en un proceso de “planificación *express*”.

Como se mencionó previamente, los FS supusieron la implementación de un conjunto de mecanismos orientados a la definición concreta de aquellas capacidades que se esperaba apoyar para cada fondo y convocatoria. Este proceso implicó, no solo considerar la relevancia de las mismas, sino también las posibilidades de concretar los proyectos en un proceso que fue denominado internamente de “planificación express”, dada la ausencia de resultados de planificación previos y la necesidad de responder a los plazos estipulados. La elección de las tecnologías transversales y los sectores responde a la mencionada “planificación express” y al hecho de que los mismos son habitualmente

prioritarios en los países desarrollados[104]. Esta estrategia fue expresada por Barañao en la publicación oficial *Hechos de Ciencia.*

"El otro desafío era cómo financiar proyectos sin haber tenido tiempo de comenzar a desarrollar actividades de planificación. Lo resolvimos partiendo de un esquema muy simple, una estructura básica que dibujé en una hoja de papel: una matriz que agrupaba, por un lado, a las tres tecnologías de uso múltiple, que son la Biotecnología, la Nanotecnología y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En todas esas ramas existían antecedentes en el país, tanto desde el punto de vista de la investigación básica como desde un sector privado pujante capaz de asimilar estos desarrollos. Pero había que aplicarlas, y fue para ello que definimos cinco áreas de problemas y oportunidades: la salud; la industria, con énfasis en agroindustria; la energía, con énfasis en energía renovable; todo lo relativo al desarrollo social; y los temas ambientales. Estas son las prioridades que tienen hoy muchos países desarrollados y que consideramos que eran totalmente aplicables a la Argentina" (MINCyT, 2015, p. 14).

El proceso de exploración de factibilidad mencionado implicó ahondar en el estado del conocimiento para cada sector y tecnología, el interés y las posibilidades de los actores en asociarse y las posibilidades reales de concretar los proyectos en un proceso que supuso la realización de consultas cruzadas entre los distintos actores involucrados. De lo anterior se deriva que el proceso de definición de prioridades se realiza sobre la base del conocimiento que los funcionarios del MINCYT manejan sobre los destinatarios de la política.

Una de las exigencias que plantearon los bancos fue que los temas de cada convocatoria surgieran de un proceso de consulta y que estuviesen avalados por una contraparte (un Ministerio, organización o conjunto de "expertos") que los validara como "relevantes" (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020; Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020). Dadas las diferencias entre los FITS y los FTS, en este punto la identificación de los temas de las convocatorias se realiza de distinta manera.

[104] La mencionada decisión ha sido cuestionada por distintos autores dada la concepción de que los sectores y tecnologías en los que un país decide focalizar sus esfuerzos no es algo que pueda "tomarse prestado" (Carrizo, 2019, p.3; Hurtado et al 2017).

En la elaboración de los perfiles de propuesta (PP) de los FITS, el punto de partida son los temas que los referentes de la política pública plantean de interés, de los cuales se realiza una selección considerando aquellos que pueden ser canalizados por el instrumento y que se evalúa con posibilidades de concretarse. Dado que en los FITS no se financia investigación básica y que uno de los resultados que se esperaba de los proyectos era que tuvieran como resultado un producto concreto que pudiera llegar al mercado, se identifica aquellos temas en los que está implicado un "conocimiento maduro". Es decir, se evalúa lo que surge como relevante de la contraparte pública, lo que se puede financiar con el instrumento y las posibilidades de que el proyecto se concrete, considerando el estado del conocimiento en el sector científico y la posibilidad de contar con la parte privada interesada en acompañar el proyecto (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020).

En el caso de los FTS cada fondo contó con un referente, el cual es designado por el MINCYT como el responsable de la identificación de las propuestas a ser financiadas. El BIRF había financiado un trabajo de consultoría en el cual se realizó un diagnóstico de la situación de cada tecnología y se identificaron temas pasibles de ser apoyados. Si bien este estudio sirvió de antecedente, no se consideró como un producto terminado por el equipo del MINCYT sino que se complementó con nuevas consultas (Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020). En este contexto se abre una instancia de interacción con empresas evaluado como novedoso entre sus funcionarios. En el mismo las empresas son informadas sobre la convocatoria y sobre las temáticas que se venían identificando al tiempo que se relevan aquellas que surgen de las empresas, en el marco de reuniones grupales, individuales y acuerdos de confidencialidad (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020). Esta consulta se fundamenta en la percepción de que mientras el sector científico suele tener un buen conocimiento sobre las tendencias tecnológicas son las empresas las que potencialmente podrían aplicarlas, de allí la importancia de conocer su visión sobre la viabilidad de las propuestas. Asimismo, esta instancia permitía tener una mejor comprensión respecto del interés y potencial participación de las empresas en la convocatoria. Se puede reconocer de esta manera que, dada la envergadura del financiamiento, las convocatorias toman forma considerando a los destinatarios de la política y el proceso de implementación.

8. La convocatoria a Fondos Sectoriales en TICs 2010.

La conformación del CAPP Tecnópolis del Sur surge a raíz de la convocatoria a FS en TICs que se abre en 2010. Para la definición de las capacidades que se esperaba apoyar en la mencionada convocatoria, sirvieron de antecedente *El Libro Blanco de la Prospectiva TIC* y el trabajo de consultoría financiado por el BIRF, realizado por el grupo Sommer y Asociados (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020; Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020).

El primero consiste en un trabajo organizado por el MINCYT, a lo largo del año 2008, con un enfoque prospectivo y metodología participativa, que reunió a actores del gobierno, la academia y la industria. Esta experiencia se planteó con el objetivo de discutir e identificar las tecnologías, áreas de aplicación y de negocios que deberían impulsarse prioritariamente en la Argentina en los próximos años. En este documento Micro y Nanoelectrónica, así como Ingeniería de Software, Señales, Tecnologías de las Imágenes y Software Embebido, son concebidas como las "áreas tecnológicas" que posibilitan la creación de nuevos productos y servicios. El diagnóstico que queda reflejado en esta instancia es que Argentina, así como la mayoría de los países de América Latina, se encuentra lejos de la frontera tecnológica en los elementos centrales[105] que hacen a las TICs, en términos de infraestructura y contenidos. Para superar este "atraso y dependencia tecnológica" resulta central promover no solo cambios relacionados con la educación, la ciencia y la tecnología sino también definir las estrategias y especializaciones más adecuadas para aprovechar las capacidades locales y las oportunidades globales. En este sentido, en lo relativo a las especializaciones se identifica como "razonables" las medidas del gobierno orientadas a promover la industria del software y sus servicios asociados, incluyendo el software embebido, así como la promoción de desarrollos y aplicaciones de micro y

[105] Estos son: 1. Generalización y mejora del espectro de uso, calidad y seguridad de los productos y servicios de comunicaciones inalámbricas móviles. En particular, la generalización de las tecnologías de Internet y creciente orientación a las necesidades de los usuarios. 2. Desarrollos innovativos de "knowledge & content management". Fuerte desarrollo de I+D e innovación y nuevos tipos de negocios en esta área. 3. Fuerte expansión de la industria del software. Especializaciones sectoriales y aumento de la productividad. I+D orientada por "mercados verticales" y complejización del software. Expansión del modelo open source. 4. Desarrollo de la automación e instrumentación vinculada a la expansión de las "empresas-red on-line", la mecatrónica, la inteligencia artificial, la biotecnología y la nanotecnología. 5. Servicios de Telecomunicaciones. Comunicación multimedia en redes inalámbricas de banda ancha. Disponibilidad generalizada de servicios de banda ancha personalizados, sensibles al contexto. 6. Servicios TI. Sistematización y digitalización de los procesos de servicios. Fuerte desarrollo de I+D para obtener soluciones confiables, seguras y compatibles. Nuevos modelos de negocios nacionales e internacionales. 7. Componentes para sistemas inalámbricos y embedded. Componentes para sistemas inteligentes sensibles al ambiente. Electrónica impresa y nuevas soluciones nanoelectrónicas.

nanoelectrónica, dado que son percibidas como áreas en las que es factible realizar ciertos avances (Libro Blanco de la Prospectiva TIC, 2009).

La consultoría de Sommer fue un relevamiento financiado por el BIRF orientado a identificar líneas de trabajo prioritarias para las convocatorias en Biotecnología, Nanotecnología y TICs. Este documento, si bien se realizó sobre la base de consultas a actores identificados como relevantes por la consultora, no adquirió la profundidad y alcance del proceso deliberativo que recoge el *Libro Blanco de la Prospectiva TIC*[106] y no terminó de satisfacer a la contraparte local que continuó con las definiciones y consultas hasta que arribó a los lineamientos de la convocatoria. Lejos de trabajar con un producto cerrado, el equipo del MINCYT esperaba poder articular con la consultora y complementarse en la información con la que ya contaba (Entrevista nº 12, comunicación personal, 24 de Julio de 2020). Mientras que en el *Libro Blanco de la Prospectiva TIC* se identifican cinco "áreas tecnológicas" que cabría apoyar- entre estas, la Micro y Nanoelectrónica-, en el informe final de la consultoría de Sommer se identifican cuatro subsectores[107] y nichos de actividad[108] que ofrecen, según la consultora, oportunidades de desarrollo en cada uno de los mismos. Estos trabajos adoptan esquemas y arriban a conclusiones distintas.

En la convocatoria a FS en TICs 2010, una de las tres capacidades que se proyectaba apoyar -Desarrollar estrategias enfocadas al diseño y encapsulado de circuitos integrados- corresponde al área de Microelectrónica[109]. Postulamos a modo de hipótesis que, los actores académicos que tuvieron la iniciativa en la conformación del CAPP Tecnópolis del Sur, contribuyeron asimismo en la introducción de la Microelectrónica como línea de la convocatoria FS TICs 2010, sobre la base de tres elementos. Por un lado, este grupo participa de la actividad de consulta que abre el MINCYT durante el 2008 y cuyas conclusiones se recuperan en el *Libro Blanco de la Prospectiva TIC*. Este

---

[106] Este documento recoge las conclusiones de un Foro Virtual organizado por el MINCYT desde fines de 2007, del cual participaron más de 200 personas provenientes de la industria, el gobierno y la academia y las discusiones que tuvieron lugar a raíz del Foro durante 2008, en 19 grupos de trabajo.

[107] Desarrollo de portales, foros, atención de necesidades instrumentales y soportes; Desarrollo de proyectos virtuales; Desarrollo de productos y Desarrollos orientados al sector público (Sommer y Asociados, 2009, p. 35)

[108] Telefonía IP, Desarrollos relacionados con TV Digital, Contenidos TV Digital, Generación operación y mantenimiento de redes semánticas para salud, Plataformas de interoperatividad de datos clínicos, Incremento de la conectividad, Renovación de la educación, Seguridad en el transporte automotor de larga distancia, Programa de innovación para el Estado, Laboratorio virtual de procesamiento de imágenes, Espacio para la informática y la industria, Programa de innovación de contenidos digitales, Espacio para la informática y el Agro y Portal de la innovación (Sommer y Asociados, 2009, p.56).

[109] Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de Tecnología Informática y de las Comunicaciones FSTics-2010.

documento, en el cual se expresa que la Microelectrónica constituye una de las cinco áreas que se deberían impulsar prioritariamente en el país, resultó de particular importancia para la definición de las líneas de la convocatoria FS TICs 2010. Por otra parte, cómo se desarrollará en el próximo capítulo, este grupo desplegó una serie de acciones –en colaboración con otros grupos- orientadas a impulsar la especialización en Microelectrónica en Argentina. Finalmente, desarrolló una trayectoria que si bien no es tan distinta de la que pueden exhibir otros grupos, les permitió "entrar en el radar" de algunos funcionarios del MINCYT (Entrevista nº 11, comunicación personal, 9 de Julio de 2020). Como se mencionó previamente, la definición de las líneas de la convocatoria implicó una evaluación que contemplaba, no solo la relevancia de la capacidad que sería apoyada, sino también la factibilidad de que se concreten los proyectos, fundada -en parte- en el conocimiento que desde el MINCYT se había elaborado sobre los destinatarios de la política. El grupo es tenido en cuenta, no solo en la consulta que da lugar al *Libro Blanco de la Prospectiva TIC*, sino también en las consultas que se realizan desde el MINCYT para terminar de diagramar la convocatoria a FS en TICS del año 2010, ya que es identificado como un grupo con las capacidades necesarias para llevarlo adelante (Entrevista nº 1, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018; Entrevista nº 6, comunicación personal, 16 de Mayo de 2019).

9. Consideraciones finales.

Los FS consisten en una política pública orientada a estrechar las relaciones entre el sector científico y el sector productivo que combina una modalidad asociativa de gestión con la identificación de sectores y tecnologías consideradas prioritarias. La misma surge en Argentina en un contexto de disponibilidad de fondos públicos y revalorización de la ciencia y la tecnología como estrategias de desarrollo, mientras que en el plano internacional, diversas experiencias asociativas sirvieron de antecedente para su concepción.

Este instrumento introduce una serie de novedades en la política CTI como lo son la definición de capacidades concretas a ser apoyadas en cada convocatoria y la exigencia de un financiamiento privado de contraparte, fundado en el supuesto de que el financiamiento público puede impulsar la inversión privada en I+D. Más allá de las particularidades que asume para cada convocatoria la identificación de estas capacidades, en este proceso está implicado no solo una percepción relativa a la

relevancia de la capacidad, sino también una percepción relativa a la factibilidad de concretar los proyectos. En esta evaluación tiene un lugar destacado el conocimiento que los funcionarios cuentan sobre los destinatarios de la política (grupos académicos y empresarios), es decir, que cuestiones relativas a la factibilidad de implementar la política son consideradas previamente durante el proceso de planificación.

En el caso de la convocatoria a TICs del año 2010 parece evidenciarse que quienes son apoyados para llevar adelante su proyecto, estuvieron involucrados asimismo en la introducción de la capacidad en la agenda del gobierno. Los actores académicos que impulsan el surgimiento del CAPP Tecnópolis del Sur participaron del ejercicio de prospectiva abierto por el MINCYT, colaboran en la definición de la Microelectrónica como un área en el cual es deseable que la Argentina se especialice y aportaron su visión respecto de la forma en que la misma es factible en Argentina (esquemáticamente, con un énfasis en el diseño y no en la producción). El análisis de este caso permite avanzar en la comprensión de los procesos por los cuáles desde el gobierno se decide apoyar ciertas capacidades, sobre la base de qué criterios y fuentes de información.

Al respecto cabe preguntarse ¿faltaron otros análisis? La promoción de estas capacidades no parece encontrarse en diálogo con otras políticas o prioridades, por ejemplo, del Ministerio de Industria o Planificación. En este sentido señalan Lavarello y Mancini (2017) que “mientras las políticas del MINCyT apuntan a sectores de punta vinculados a las nuevas tecnologías genéricas (biotecnología, software, nanotecnología) las tecnologías vinculadas a los grandes proyectos estatales como la tecnología nuclear, aeroespacial y de defensa se encuentran fuera de las áreas estratégicas” (Lavarello y Mancini, 2017, p. 129). Se ha señalado, asimismo, que la definición de sectores y tecnologías entendidas como “estratégicas” no es algo que pueda “tomarse prestado” bajo una concepción universalista de las mismas (Carrizo, 2019; Hurtado *et al*, 2017). Cabría seguir indagando en si existía un conocimiento fundado respecto de la existencia de un sector productivo con capacidad y voluntad de asimilar la mencionada capacidad. Como se verá en el capítulo 4, de todos los proyectos de I+D que se llevaron adelante en el marco de Tecnópolis del Sur, solo algunos se encuentran relacionados con el diseño y encapsulado de CIs.

Capítulo 4

Surgimiento y trayectoria del grupo asociativo Tecnópolis del Sur.

1. Introducción

En este capítulo nos planteamos avanzar en una interpretación acerca de cómo surge y cuál es la dinámica que adquiere la experiencia de Tecnópolis del Sur, recuperando los distintos elementos que fuimos observando en los capítulos anteriores. Partimos de la presunción de que la cooperación entre el sector científico y el sector productivo adopta características particulares acordes al entorno en el cual se desarrolla. En este sentido, no iniciamos la investigación en la búsqueda de los procesos de innovación, sino que nos orientamos por identificar y sopesar los distintos elementos que fuimos recuperamos a lo largo de la indagación. Entendemos que aquellos que cobran mayor relevancia para poder explicar la experiencia nos remiten al rol del gobierno y de los actores académicos involucrados.

A lo largo del capítulo anterior trajimos al análisis que la experiencia de colaboración que estamos analizando es, en cierto sentido, el resultado de una política pública iniciada a fines de la década del 2000 desde donde se esperaba poder mejorar la situación de dos problemas largamente diagnosticados en Argentina: la falta de vinculación entre el sector científico y el sector productivo y la baja inversión del sector productivo en I+D. Algunas de las novedades que esta política introduce son la definición de capacidades concretas a ser apoyadas en cada convocatoria, la exigencia de un financiamiento privado de contraparte y la formalización de la cooperación mediante la figura del CAPP. En este capítulo el énfasis está puesto en comprender, desde una perspectiva microsociológica, cómo funciona concretamente una de las experiencias que surge por impulso de la mencionada política. En particular, se aborda el rol que desempeñan los actores involucrados, la trayectoria de colaboración previa,

los objetivos que se plantean, las estrategias que se ponen en marcha y los resultados de las mismas.

El capítulo se organiza de la siguiente manera. Luego de esta introducción, en el apartado siguiente se realiza una caracterización del entorno local en el cual se conforma el arreglo asociativo, considerando en particular su entramado productivo, instituciones científicas e instituciones de apoyo a la producción. Posteriormente se analiza la trayectoria del grupo académico que toma la iniciativa en la conformación del CAPP, la forma en que proyectan la experiencia asociativa y las características que adoptan los procesos de producción y circulación del conocimiento. Se analiza a continuación el rol de la política pública, la dimensión espacial y el lugar que ocupan los factores personales en esta experiencia, para finalizar con las características de la segunda etapa de la colaboración que se abre a partir de la finalización del proyecto FS y en consecuencia del financiamiento público.

2. Caracterización del entorno local.

La ciudad de Bahía Blanca, donde tiene lugar esta experiencia, se encuentra localizada en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. Constituye el cuarto centro más poblado de esta Provincia, detrás del Gran Buenos Aires, el Gran La Plata y Mar del Plata -con aproximadamente 291.327 habitantes según el censo del año 2010.

Se caracteriza por ser una ciudad portuaria, de perfil industrial cuyo Producto Bruto Geográfico (PBG) está orientado al sector manufacturero, petroquímico, comercial y de servicios diversificados. Cuenta con distintas instituciones educativas y científico tecnológicas entre las que cabe destacar la Universidad Nacional del Sur (UNS), la Universidad Provincial del Sudoeste (UPSO) y una Facultad de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), la Facultad Regional Bahía Blanca (UTNFRBB).

2.1 La representación de la ciudad como Polo.

La identificación de Bahía Blanca como un Polo de Desarrollo o como Polo Científico Tecnológico es una representación que tiene cierta trayectoria en la historia de la ciudad. Fundada como enclave fronterizo, su transición a urbe modernizada entre fines

del siglo XIX y principios del XX y su consolidación como ciudad intermedia y de intermediación se funda en una serie de condiciones demográficas, institucionales y geográficas (Bracamonte y Cernadas, 2018).

A fines del siglo XIX, Bahía Blanca y sus alrededores quedaron incorporados definitivamente al modelo agroexportador que regía la economía argentina de la época, contribuyendo significativamente en este proceso la ubicación geográfica de la ciudad, próxima al área portuaria de Ingeniero White, y la llegada del ferrocarril en 1884. La ciudad desempeñaba un rol fundamental para una amplia región en su condición de puerta de salida de los productos agropecuarios y se constituía asimismo en proveedora de manufacturas e insumos. Al ser el principal centro urbano de la región pampeana, el sur bonaerense y la Patagonia, se constituyó tempranamente en un centro comercial, educativo, financiero y de servicios (Cernadas de Bulnes, 2006).

Durante el gobierno de Frondizi (1958-1962) y bajo la influencia de la política desarrollista del momento, se declara a Bahía Blanca como uno de los ocho Polos de Crecimiento nacionales en función de que se consideraba que reunía un conjunto de condiciones que permitirían que la misma impulse el desarrollo de la Región Comahue[110], corrigiendo de esta manera los desequilibrios territoriales (Costantini y Chaz, 2018). Esta denominación estuvo acompañada por una serie de proyectos de infraestructura considerados decisivos para el crecimiento de la actividad económica y que reforzaron el perfil industrial de la ciudad[111]. Entre estos cabe destacar, a inicios de la década de 1970, la creación de un parque industrial cercano a la zona portuaria y la Sociedad Anónima Industrial y Comercial Petroquímica Bahía Blanca, la planta madre del futuro Complejo Petroquímico Bahía Blanca (CPBB).

Como señalan Costantini y Chaz (2018) “el emplazamiento de un polo petroquímico en la ciudad de Bahía Blanca, lejos de reflejar esfuerzos endógenos de desarrollo, respondió a una estrategia de profundización de la política económica nacional de industrialización sustitutiva de importaciones a través de la promoción de sectores productivos de bienes intermedios” (Costantini y Chaz, 2018, p. 182-183). La

[110] Compuesta por las Provincias de Neuquén, Rio Negro, La Pampa y el sur de la Provincia de Buenos Aires.

[111] Obras de infraestructura en el Puerto de Ingeniero White, la instalación de una central termoeléctrica, la construcción del dique Paso de las Piedras y el gasoducto Neuba I (Costantini y Chaz, 2018).

localización del Polo en Bahía Blanca responde al aprovechamiento de las ventajas comparativas asociadas a la dotación local de recursos naturales[112].

Más cercano en el tiempo, y en este caso por iniciativa municipal, se crea en 2004 el Polo Tecnológico Bahía Blanca como un ente promotor y en 2007 se constituye como una Asociación Civil sin fines de lucro con el objetivo de articular "la oferta y demanda tecnológica a través de la coordinación de acciones públicas, privadas, académicas y científicas para lograr la inserción de empresas locales y regionales en la economía nacional e internacional"[113], con un énfasis particular en las empresas de software. Inicialmente constituido por la Municipalidad, la UNS, el Ente Zona Franca Bahía Blanca Coronel Rosales, la Asociación de Empresas del Polo Tecnológico Bahía Blanca y 20 empresas de tecnología, el mismo ha variado su composición a lo largo de los años[114] (Finquelevich *et al*, 2018).

2.2 La universidad Nacional del Sur

La Universidad Nacional del Sur (UNS) fue creada en el año 1956 cuando no existían universidades en la región sur del país. La misma inicia sus actividades sobre la base de la estructura edilicia y planta docente del Instituto Tecnológico del Sur (1948- 1956), la primera institución de educación superior que funcionó en la ciudad[115]. Adoptó un régimen cuatrimestral y una novedosa estructura departamental, desde donde se esperaba promover un régimen de investigación antes que islas de conocimiento enciclopédico asociadas a la figura de la cátedra[116]. Desde sus orígenes se orientó

---

[112] En particular, la unión de tres gasoductos troncales que proveerían al Polo de su insumo básico.

[113] Fuente https://ptbb.org.ar/#tab-3

[114] Recientemente se ha observado una débil articulación entre el PTBB y el municipio de Bahía Blanca, a partir de lo cual el Polo comienza a involucrar a los municipios de la región, como Coronel Rosales y Coronel Suárez y cambia su denominación en 2017 y para denominarse Polo Tecnológico del Sur (Finquelevich *et al* 2018).

[115] El 9 de octubre de 1946 se aprobó la Ley Provincial Nº 5051 por la cual se creó el Instituto Tecnológico del Sur (ITS), cuyo objetivo principal consistía en "propender a la investigación científica y a la formación profesional y técnica contemplando sustancialmente las necesidades del pueblo argentino y de la Zona Sur en particular, sobre todo en su aspecto económico-social" (Weinberg, 1982, p. 138- 139). La propuesta académica inicial del ITS comprendía las carreras de Ingeniería Química, Química Industrial y Contador Público.

[116] Con respecto a la estructura adoptada, el Rector Interventor Vicente Fatone señalaba: ..."Nos hemos propuesto dar a la universidad una estructura moderna. Hemos abandonado la vetusta concepción de las facultades aisladas entre sí, y meramente yuxtapuestas sin unidad y cohesión. Las universidades de estructura clásica están divididas en facultades y sus alumnos, como sus profesores, separados por carreras. Ese es el origen de todas las deformaciones profesionales, y la raíz de tantas incomprensiones". (Weinberg, 1982, p. 244).

principalmente a la docencia e investigación en el área de las Ingenierías, Ciencias Básicas y Naturales[117].

Según Rovelli (2011), la creación de la UNS está asociada a los sectores académico-reformistas que habían logrado articular un proyecto universitario renovador, principalmente en las facultades de Ciencias Exactas y de Filosofía y Letras de la UBA, así como en la UNLP. La misma responde a un modelo universitario centrado en la idea de "universidad regional", el cual se entiende en la necesidad de descentralizar la educación superior universitaria y en las posibilidades de articulación con el medio local. En un sentido similar, Pérez Lindo (1985) ha señalado que la UNS puede ser clasificada, en términos ideales, bajo la tipología de un modelo de institución de educación superior como "agente de desarrollo"[118] (Pérez Lindo, 1985, p. 27). La voluntad de diseñar una universidad de investigación convivió con la idea de generar una universidad comprometida con las demandas y necesidades de su entorno, algo que presenta una línea de continuidad con el ideario del ITS, aunque resignificado a la luz de los principios del reformismo que sostenía el grupo de interventores nombrados en 1955.

No obstante, el proceso de institucionalización y profesionalización de la investigación en la universidad, en cierto sentido asociado a la presencia que adquirió el CONICET en su estructura institucional– en donde 10 de los 13 institutos de investigación son de doble dependencia- parece haber ganado más peso en el perfil identitario de la UNS que la articulación con actores extraacadémicos del entorno local y regional. A pesar de la existencia de espacios organizacionales orientados a la relación con el entorno socio productivo y de su jerarquización a partir de la primera década de los años 2000[119]- en

---

[117] Los departamentos de Contabilidad, Economía, Física, Geología y Geografía, Humanidades, Ingeniería, Matemática y Química conforman la estructura inicial de la UNS. Entre febrero de 1956 y marzo de 1957, se crean los institutos de Edafología e Hidrología, Matemática, Ingeniería, Humanidades, Economía, Oceanográfico y el Departamento Agrozootécnico (Weinberg, 1982).

[118] Consiste en afirmar la misión de la universidad como agente de producción, de movilización social y de servicios orientada al desarrollo del país (Pérez Lindo, 1985).

[119] La función de extensión se lleva adelante desde la Secretaría General de Cultura y Extensión Universitaria (SGCyEU) y en particular desde la Subsecretaría de Extensión Universitaria, creada en 2019. Esta actividad fue jerarquizada en el año 2007, dado que antes estaba subsumida en la Secretaría General de Relaciones Institucionales y Extensión Universitaria (Res.CSU-46/07). La función de vinculación es ámbito de la Subsecretaría de Vinculación Tecnológica (SVT), la cual depende de la Secretaría General de Ciencia y Tecnología, que incluye también la gestión de las actividades de investigación. Este espacio también fue creado en 2007 y está compuesto por un área de propiedad intelectual y transferencia, un área de emprendedorismo y un área de asistencia administrativa. La UNS posee asimismo la Fundación de la Universidad Nacional del Sur (FUNS), creada en 1993 como UVT. La misma trabaja en articulación con la SVT abocándose principalmente a las cuestiones administrativas, legales y financieras relativas a la prestación de servicios y la administración de proyectos. Finalmente a fines del 2019 se crea en la UNS el Consejo Social (CS) con el objetivo de "construir un ámbito de discu-

consonancia con una tendencia más amplia seguida por las instituciones de educación superior en Argentina (Di Bello *et al,* 2020)- existe cierto consenso entre los funcionarios e investigadores de la UNS respecto de que el desempeño que la misma exhibe en los indicadores relativos a la producción de conocimiento no se corresponde con las actividades de vinculación tecnológica y extensión, donde el desarrollo relativo es menor.

"nuestra forma de valorizar la trayectoria de nuestros docentes investigadores es casi la del CONICET y el CONICET tiene serios problemas para evaluar las actividades de vinculación y transferencia"…"Ambas instituciones contamos *papers*"… "No es valorado haber tenido un proyecto exitoso de transferencia de tecnología"… "El que quiere hacer vinculación y transferencia es porque tiene una vocación y sabe que se va a encontrar con problemas"…"Lo normal en la carrera de investigación de la UNS es hacer *papers* y estar dentro del laboratorio y eso en tiempo te va a rendir mucho más" (Entrevista nº 10, comunicación personal, 10 de Diciembre de 2019).

"La UNS es una universidad que tiene mucho prestigio en la producción científica y en la formación de recursos humanos y una universidad que tiene una deuda en lo que es transferencia. Seguimos teniendo problemas en encontrar los canales de vinculación. Creo que le pasa al sistema universitario argentino pero hay modelos como la UNL que nos sacan mucha ventaja"… "No se condice la densidad de producción de conocimiento con el crecimiento económico de la región. Más allá de lo macro, cuando comparas regiones, por ejemplo la del litoral, ves un desarrollo socio productivo que acompaña más a la universidad o, al revés, la universidad acompaña más al desarrollo socio productivo" (Entrevista nº 9, comunicación personal, 10 de Diciembre de 2019).

La excepción de mayor relevancia en este sentido, dada la duración de la cooperación y los recursos involucrados, la constituye la articulación entre la Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI), instituto de doble dependencia UNS- CONICET que

---

sión entre los distintos actores de la comunidad, respecto al desarrollo educativo, social y económico del ámbito local y regional" (Resolución CSU 914/19) (Di Bello et al, 2020) Los Departamentos e Institutos, asimismo, cuentan con espacios destinados a la función de vinculación tecnológica y la extensión.

tuvo su origen a principios de 1960 cuando comienza sus actividades como un Área del Departamento de Química e Ingeniería Química, y el Polo Petroquímico[120] (Arcodaci, 1996; Brignole, 2015).

2.3 Actividad productiva e instituciones de apoyo a la producción.

En lo relativo a la actividad industrial, la ciudad se caracteriza por poseer un carácter dual con escasa complementariedad entre las partes (Diez y Pasciaroni, 2018). Por un lado, existe un reducido número de grandes empresas de capital transnacional dedicadas a la actividad petroquímica, petrolera y agroindustrial orientadas al mercado externo. Estas empresas se basan en una explotación intensiva de recursos naturales en plantas automatizadas que requieren de mucho capital y poca mano de obra. Por otro lado, tienen lugar un conjunto heterogéneo de micro, pequeñas y medianas empresas que en términos generales desarrollan actividades de baja complejidad orientadas al mercado local y regional (Alderete y Diez, 2014).

Estas empresas se dedican predominantemente a la elaboración de alimentos y bebidas, maquinaria y equipos y a la fabricación de productos metálicos y muebles. Al analizar el comportamiento de las pymes locales, Alderete y Diez (2014) sostienen que las mismas tienen un radio de venta acotado, orientándose a atender la demanda de la ciudad de Bahía Blanca, la región del sudoeste bonaerense y el sur del país, pero concentrando alrededor del 60% de las colocaciones en Bahía Blanca. Las pymes locales tendieron a especializarse en nichos de mercado protegidos de la competencia externa, lo cual derivó en que en la ciudad abunden firmas dedicadas a bienes tradicionales con bajo grado de tecnificación y valor agregado. Tanto las características del producto fabricado como de su mercado objetivo no generan incentivos a favor del progreso técnico y las actividades de innovación. Por otra parte, las empresas locales no

[120] La instalación del CPBB planteó, desde el inicio, la necesidad de capacitaciones y educación superior, servicios técnicos y equipamiento de alto nivel, servicios de investigación y desarrollo y un centro de cómputos especializados, entre otras (Arcodaci, 1996). El Polo Petroquímico y la UNS mantuvieron una intensa vinculación desde los orígenes del mismo a través del PLAPIQUI, el cual proporcionó estos recursos a las empresas del mismo en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo del Complejo Petroquímico Bahía Blanca (PIDCOP). Este programa, que nace a fines de 1977, se convirtió en la interfase institucional entre el PLAPIQUI y las empresas del polo petroquímico, junto con la Fundación del Sur para el Desarrollo Tecnológico (FUNDASUR), creada a inicios de 1979, para actuar como Ente Administrativo del Programa. El PLAPIQUI se constituye en instituto de doble dependencia (UNS-CONICET) en 1973.

suelen desarrollar estrategias cooperativas entre sí ni con organizaciones de apoyo a la producción (Alderete y Diez, 2014).

Como sostienen Diez y Pasciaroni (2018), el grupo de grandes empresas del Polo Petroquímico tiene una baja capacidad de promover efectos difusores sobre el resto de las empresas e instituciones de la ciudad, en parte debido a que no realizan encadenamientos productivos hacia adelante ni hacia atrás[121]. Asimismo, dado que estas empresas utilizan tecnologías intensivas en capital, no tienen una incidencia significativa en el mercado de trabajo.

Recientemente se puede evidenciar el establecimiento de un conjunto de empresas dedicadas al desarrollo de *software* y los servicios informáticos. Bahía Blanca forma parte del conjunto de centros urbanos que alcanzaron cierto grado de madurez en la creación de polos o *clusters* de empresas del sector. Algunas de estas firmas pertenecen a residentes de la ciudad, egresados de la UNS, y otras son grandes y medianas empresas de capital nacional que surgieron fuera del ámbito local y que decidieron radicarse en la ciudad impulsadas por la oferta de profesionales especializados y los beneficios que otorga estar emplazados en una ciudad de tamaño mediano (Pasciaroni *et al*, 2014). Estas firmas llevan adelante actividades de innovación, combinando I+D interna, adquisición de maquinaria y hardware o software avanzado, actividades de comercialización o innovaciones de tipo organizativas. Tales esfuerzos devinieron en la introducción al mercado de bienes y servicios nuevos o mejorados. No obstante, se ha señalado que no se producen intercambios significativos de conocimiento tecnológico entre las firmas ni entre las firmas y la UNS. El aporte que realiza la universidad a las empresas consiste en la provisión de recursos humanos calificados. Pasciaroni *et al* (2014) señalaron que existe una débil articulación entre las empresas del sector con la economía urbana y regional y una marcada vocación exportadora a medida que se incrementa la complejidad del tipo de software desarrollado.

Por otra parte, la ciudad cuenta con numerosas organizaciones e instituciones orientadas al apoyo a la producción de larga trayectoria: entidades gremiales empresarias, instituciones educativas y científico tecnológicas, entidades financieras y de

[121] La materia prima de estas empresas se basa en la explotación de recursos naturales, principalmente gas y sal, cuyo origen no es el partido de Bahía Blanca y su mercado objetivo es el extranjero y los grandes centros urbanos del país. Las empresas transformadoras vinculadas a esta industria no están localizadas en la ciudad, principalmente por una cuestión de costos asociados al transporte y en cambio están ubicadas en ciudades donde se encuentra establecida la demanda.

comercialización, entre otras. No obstante, Diez (2010, 2016) ha observado que las mismas no han logrado desarrollar una masa crítica de relaciones y proyectos que les permita posicionarse como agentes relevantes en la promoción del desarrollo económico de la ciudad. En base al análisis de las comunicaciones entre las organizaciones y los proyectos desarrollados en conjunto, este autor señala que las actividades conjuntas no son una fortaleza de las instituciones locales y que la ausencia de colaboración entre las mismas constituye un obstáculo para las posibilidades de crecimiento económico e innovación (Diez, 2016). En este contexto, las organizaciones más influyentes en el esquema de relaciones son: la municipalidad, la UNS, el Consorcio de Gestión del Puerto de Bahía Blanca (CGPBB), la Corporación del Comercio, la Industria y los servicios (CCIYS) y la UTNFRBB.

2.4 La caracterización del entorno local frente al modelo Sistema Local de Innovación.

Uno de los elementos del enfoque de redes de conocimiento es la referencia al entorno local y regional como ámbito privilegiado para la comprensión de los procesos de producción e intercambio de conocimiento, fundada en la cercanía física entre los actores y de particular importancia para el establecimiento de lazos de confianza y la transferencia de conocimiento tácito (Casas, 2002). En la literatura sobre economía urbana y regional -desde donde se destaca la conformación de redes organizacionales como un elemento capaz de incentivar la innovación, el cambio tecnológico y la acumulación de capital- se sostiene que, en las ciudades pequeñas y medianas, la existencia de un tejido institucional denso y complejo ha sido determinante para garantizar una adecuada competitividad de base territorial (Vázquez Barquero, 1993).

La caracterización del entorno local -atendiendo a las particularidades de los actores presentes y sus relaciones- a la luz de la bibliografía especializada permite reflexionar acerca de la distancia existente entre los elementos sociales e institucionales disponibles y aquellos presentes en el modelo del Sistema Local de Innovación (SLI). En la tradición evolucionista, la innovación constituye el factor privilegiado que explica la competitividad de las empresas y los países. La misma se sustenta en los procesos de interacción y cooperación entre diferentes organizaciones, a través de los cuales fluye el conocimiento decisivo en los procesos de cambio tecnológico. En el modelo ideal de

SLI las relaciones entre los agentes son densas y cohesionadas y las organizaciones de apoyo a la producción juegan un papel decisivo en los procesos de innovación.

Como condiciones favorables del entorno bahiense para la construcción de espacios regionales de conocimiento cabe destacar la presencia de diversas instituciones científicas y de organizaciones de apoyo a la producción de larga trayectoria. No obstante, como se señaló previamente, la ausencia de una tradición de colaboración arraigada entre las instituciones repercute negativamente en las posibilidades de actuar de manera sistémica y conformar un SLI. La caracterización del entramado productivo sugiere asimismo la desarticulación entre las empresas y entre estas y las entidades de apoyo. La demanda de conocimiento innovador no parece ser un factor relevante que explique el comportamiento de la gran mayoría de las pymes manufactureras, mientras que las empresas que se desempeñan en sectores intensivos en conocimiento (las empresas radicadas en el Polo Petroquímico y las empresas de *software)* mantienen una débil articulación con la economía local. De allí que surja la pregunta relativa a cuáles son los procesos de innovación posibles a partir de los elementos existentes.

Se ha señalado que las iniciativas de PCT requieren de una serie de condiciones para generar los efectos supuestamente derivados de los mismos[122], entre las que cabe destacar: el involucramiento de los actores del entorno, un tejido productivo con posibilidades e intención real de comprometerse en actividades de I+D, una infraestructura científico tecnológica adecuada y mecanismos orientados a establecer y sostener la colaboración (Giraldo Palacio, 2019). Asimismo, desde la perspectiva del SRI, se destacan como factores del entorno que influyen decisivamente en la innovación: la financiación, con las características que tienen los proyectos innovadores (arriesgados, inciertos y de largo plazo), el capital humano, considerando las capacitaciones formales y otras formas de conocimiento tácito y la demanda tecnológica, tanto privada como pública (Coque y Memedovic, 2003).
La iniciativa de conformar un PCT en Bahía Blanca encuentra cierto asidero en su infraestructura científico tecnológica y capital humano. Por otra parte, la ciudad ha sido

[122] Estimular la articulación entre el sector científico y el sector productivo, promover la innovación y la creación de empresas de base tecnológica y fomentar el crecimiento económico de la región en la cual se inserta (Assey, Quintas y Wield, 1992; Ondategui, 2000).

representada en diversas ocasiones como un Polo[123], en el cual la UNS ha estado involucrada de diversas maneras. No obstante, la demanda de conocimiento y la inversión de capital que un PCT requiere (Castells y Hall, 1994) no parecen ser elementos con una presencia tan evidente. La caracterización del entramado productivo local permitió, por su parte, reconocer que el proyecto de conformar un PCT en Bahía Blanca, específicamente en el área de Electrónica, no se fundamenta en una presencia significativa de empresas dedicadas a la producción de componentes o al ensamblaje de productos electrónicos, sino –como se desarrollará en los próximos apartados- en la transversalidad de la tecnología y en un grupo académico fuertemente orientado a la cooperación con actores del entorno.

3. El grupo académico: inicios y trayectoria del Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos (GISSE).

La iniciativa de conformar el grupo asociativo Tecnópolis del Sur surge durante el año 2010 de un grupo de investigadores del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica Alfredo Desages (IIIE), un instituto de doble dependencia UNS-CONICET que se crea en el año 1997 sobre la base de las actividades de investigación que se venían desarrollando en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras de la UNS. Al momento de comenzar sus actividades este Instituto estaba compuesto por cinco grupos: Sistemas Digitales, Sistemas de Programación, Comunicaciones, Dinámica de Sistemas y Control.

A fines de la década de 1990, sobre la base de las relaciones que el actual director del IIIE había establecido durante su estadía en la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil), tienen lugar una serie de acciones que profundizan los vínculos con investigadores de otros países, entre las que cabe mencionar la participación de miembros del IIIE en los comités de las "sociedades" del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)[124] y la visita de profesores e investigadores del exterior, algunos de ellos muy relacionados con la Microelectrónica. Al respecto cabe mencionar la organización en Bahía Blanca del evento First South American Workshop on Circuits

[123] Configuración que remite a la idea de que la aglomeración de recursos tangibles e intangibles atrae nuevos recursos y tiene capacidad para modificar su medio inmediato y el entorno más amplio (Perroux, 1963)

[124] Asociación mundial de ingenieros eléctricos y electrónicos, entre otros, que apoya publicaciones y conferencias, entre otras actividades. Está compuesta por más de treinta "sociedades", cada una de las cuales se aboca a un área de trabajo específica. Por ejemplo, la "Sociedad de Circuitos y Sistemas".

and Systems (SAWCAS) en Noviembre del 2000. En el marco de estas relaciones, dos investigadores del IIIE, Athos y Porthos[125], realizan una estadía en la Universidad de Johns Hopkins (Estados Unidos) que fue particularmente significativa para la incorporación de nuevos conocimientos y capacidades relativos a esta tecnología. La incorporación de los mismos era una inquietud de estos investigadores pero según relata uno de ellos:

"no podíamos pasar esa barrera tecnológica de las herramientas. Todo lo que involucra hacer Microelectrónica, al principio, es un salto; una vez que pegaste el salto y sabés el *software* que se usa, cómo acceder a fábricas que quedan afuera del país, la cosa va fácil… a través de esa experiencia en Estados Unidos se nos allanó el camino y después volví acá y empezamos a hacer Microelectrónica" (Entrevista nº 1, comunicación personal, 22 de Mayo de 2018).

"en esta universidad nunca había habido Microelectrónica, nada. La concepción de la Microelectrónica en Argentina era que la hacían los países del norte o los chinos y asiáticos y que para nosotros era imposible y eso era lo que te transmitían hasta los profesores"… "y en realidad el conocimiento que uno tenía de Electrónica era sólido y si vos sabés Electrónica sabés Microelectrónica. Tenés que sentarte a ajustar algunas cosas. Nosotros teníamos muy buena base de Matemática desde Control como grupo y buen conocimiento de Electrónica. Entonces abocarnos al área de Microelectrónica fue nada más que reenfocar nuestro interés"… "Nos involucramos porque nos gustaba. Teníamos un interés personal y nos parecía que era algo que había que hacer. Pero entrabamos un poco tarde en el mapa del planeta" (Entrevista nº 6, comunicación personal, 16 de Mayo de 2019).

Cuando Athos y Porthos retornan a la UNS, luego de sus estadías doctorales y post doctorales, se conforman como grupo de trabajo junto con otro investigador del IIIE, Aramis, quien trabajaba en colaboración con un grupo de la Universidad de Sidney

[125] Se ha decidido preservar los nombres de ciertos protagonistas de esta historia y en su lugar se han recuperado los nombres que Alexandre Dumas le otorgó a los protagonistas de "Los tres mosqueteros".

(Australia) en el área de Robótica y vehículos autónomos. Estos tres investigadores son quienes toman la iniciativa de conformar Tecnópolis del Sur a raíz de la convocatoria a FS en TICs que se abre en el año 2010. Las acciones que los mismos despliegan antes de la conformación del CAPP se orientan en tres direcciones. Por un lado, impulsan y participan de actividades tendientes a difundir la Microelectrónica en Argentina. Por otra parte, se presentan en distintas convocatorias y obtienen financiamiento para el desarrollo de proyectos de I+D y, finalmente, conforman una *spin off* académica.

3.1 Hacer crecer el campo de la Microelectrónica en Argentina.

En el capítulo 2 se pudo observar que en Argentina han sido relativamente escasas las experiencias en las cuales tuvieron lugar desarrollos en el área de Microelectrónica. La política pública así como la demanda de parte del sector productivo no parecen haber incentivado el desarrollo de la misma. Es recién durante la primera década de los años 2000 que confluyen un conjunto de acciones orientadas a promover la especialización en el campo. Las mismas tuvieron como protagonistas principales a actores de instituciones de ciencia y tecnología y se orientaron en particular hacia el diseño de los CIs, dada la percepción de que es en esta etapa en el cual existen posibilidades para la especialización. Los investigadores de la UNS que estuvieron involucrados en el surgimiento y evolución de Tecnópolis del Sur, formaron a su vez parte de dichas iniciativas, si bien la Microelectrónica no había adquirido previamente ningún tipo de relevancia en esta universidad.

Durante el año 2003, junto con otros miembros del IIIE, Athos, Porthos y Aramis conforman el Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos (GISSE) con una línea de trabajo en Microelectrónica, y comienzan a realizar una serie de modificaciones en los programas de las materias básicas y avanzadas de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNS para incluir contenidos de CIs. Asimismo, Athos y Porthos participan de las reuniones organizadas –durante el año 2005 y 2006- por miembros del CITEI (INTI), quienes tenían la expectativa de crear un Centro de Microelectrónica orientado al diseño, pero no contaban con el financiamiento para hacerlo. Como se mencionó previamente, de estas reuniones[126] surge la introducción de

[126] En particular de la que se realizó en el año 2005 denominada “Primer Panel de Análisis Estratégico en Microelectrónica”.

la Microelectrónica como Área Temática Prioritaria en el Plan Bicentenario 2006-2010 elaborado por la SECYT.

En 2005, el GISSE organiza en la UNS la "Reunión de Trabajo de Microelectrónica y sus Aplicaciones" (RTMA). En esta oportunidad los investigadores convocan a otros académicos y referentes del área de la Electrónica y la Microelectrónica del país y del exterior[127]. La reunión se planteó con el objetivo de generar un espacio de encuentro destinado al intercambio de ideas sobre las oportunidades y posibilidades del desarrollo de esta tecnología en Argentina. En esta reunión Athos y Porthos ofrecen la posibilidad a los interesados de acceder a MOSIS[128] a través de LACIS[129], organización destinada a las universidades latinoamericanas que crean para facilitar la fabricación de prototipos de CIs, y que fue posible dadas sus relaciones en la Universidad de Johns Hopkins. Asimismo, se consensua la iniciativa de mantener el espacio de encuentro y debate regular entre aquellos interesados en la tecnología. La primera propuesta que se concreta en este sentido es la creación de la Escuela Argentina de Micro Nanoelectrónica, Tecnología y sus Aplicaciones (EAMTA), la cual se realiza por primera vez en el año 2006 en la UNS y a partir de entonces, se lleva adelante anualmente en distintas sedes. De esta reunión surge asimismo la Conferencia Argentina de Micro-nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (CAMTA) como un espacio de encuentro entre investigadores.

En el año 2008 miembros del IIIE, entre ellos Athos y Porthos, son convocados desde el MINCYT para participar de un encuentro, con un enfoque prospectivo, orientado a identificar las tecnologías, áreas de aplicación y de negocios que deberían impulsarse prioritariamente en la Argentina en los próximos años. De este encuentro participan asimismo otros referentes de la academia así como miembros de la industria y el gobierno. De las cinco "Áreas Tecnológicas Clave"[130], que fueron identificadas en esta experiencia, una de ellas fue la Micro y Nanoelectrónica. El diagnóstico que se realiza

---

[127] De esta reunión participan miembros de la UNLP, CNEA, la Universidad de Johns Hopkins y la Universidad Federal de Río de Janeiro, entre otros.

[128] MOSIS (Metal Oxide Silicon Implementation Service) es una organización norteamericana que facilita el acceso al diseño y la fabricación de CIs a la academia y a las empresas, mediante la prestación de estos servicios a bajo costo. La misma surge en 1981 bajo el auspicio de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA) dependiente del Departamento de Defensa de Estados Unidos.

[129] LACIS (Latin American Consortium for Integrated Services) Consorcio de América Latina para Servicios Integrados.

[130] "Las áreas tecnológicas pueden verse como los "enablers" que posibilitarán la creación de los productos y servicios del futuro" (Libro Blanco de la prospectiva TIC, 2009, p. 65).

en esta instancia queda reflejado en el *Libro Blanco de la Prospectiva TIC*, publicado en el año 2009 por el MINCYT, y es tomado como antecedente y referencia para la definición de las capacidades que serán apoyadas en la convocatoria a FS en TICS del año 2010.

3.2 Proyectos de I+D y formación de recursos humanos.

La segunda orientación de las acciones del grupo consiste en la obtención de los medios y la realización de proyectos de investigación y formación de recursos humanos en los temas de redes de sensores y Microelectrónica, desde los cuales a su vez se establecen nuevas relaciones de cooperación con otras instituciones. Estos proyectos se llevaron adelante con financiamiento proveniente de la ANPCYT, CONICET y UNS y fueron dirigidos generalmente por Athos, quien había acumulado ciertos méritos académicos, objetivados en el Premio Houssay que recibe en el año 2010 en la categoría "Menores de 45 años" para el área de Ingenierías, Arquitectura e Informática.

Para el caso de los proyectos financiados por ANPCYT cabe recordar que la Microelectrónica constituía una de las Áreas Prioritarias del Plan Bicentenario y en consecuencia una de las Áreas que se decide apoyar en las convocatorias. Un proyecto significativo de esta etapa fue financiado por el FONCYT en el marco de la convocatoria al Programa de Recursos Humanos (PRH) en Áreas Tecnológicas Prioritarias, ya que permitió la obtención de diez becas doctorales. El proyecto se denominó "Formación de una masa crítica de recursos humanos en Análisis y Diseño de Micro y Nano Circuitos Sistemas Sensores y Estructuras" y convocó a candidatos de distintos puntos del país para realizar estudios de doctorado en la UNS. En el año 2006 se aprueba la ejecución del PICT denominado "Diseño de Circuitos Integrados para Sistemas en Chip".

La convocatoria a PAE del FONCYT marca el inicio de una serie de proyectos asociativos, de los cuales participan junto con los actores con los cuales habían entrado en relación a raíz de la RTMA, EAMTA y CAMTA, así como con algunas empresas. El GISSE, junto con el CITEI y el Grupo de Microelectrónica de la Universidad Católica de Córdoba, llevan adelante el PAE "Proyecto Integrado en el área de Microelectrónica para el Diseño de Circuitos Integrados" en el cual se realizan actividades en colaboración con empresas, se forman nuevos investigadores y se adquiere equipamiento para el diseño, simulación, caracterización y testeo de CIs así como

licencias de *software*. A raíz de este proyecto se conforma la Asociación para el Diseño de Circuitos Integrados en Argentina (ADCIA). En el año 2008 se firma un convenio entre la UNS y la Universidad Nacional de Chiao Tung (Taiwan) y un convenio entre ADCIA y el Programa Nacional para el Diseño de Sistemas en Chip de Taiwan, para la colaboración en el diseño y fabricación de CIs. Esta relación permitió, entre otras cuestiones, la fabricación de prototipos en Taiwan diseñados localmente[131]. Del mencionado proyecto PAE posteriormente participan grupos de la UBA, Universidad Nacional de Córdoba, UTN Facultad Regional Buenos Aires, Universidad Católica de Uruguay, Universidad de la República de Uruguay y Universidad Federal de Río Grande del Sur de Brasil. Otro proyecto PAE del cual participa el GISSE junto con el CITEI y el grupo Dispositivos Micro Electromecánicos (MEMS) de la CNEA estuvo orientado al diseño, fabricación y caracterización de micro y nano dispositivos para aplicaciones en el área espacial, la seguridad y la salud.

3.3 Creación de una *spin off*

Finalmente, a partir de las relaciones que Aramis había establecido con un grupo del Centro Australiano de Robótica de Campo (ACFR) de la Universidad de Sidney y del trabajo de colaboración que se abre a raíz de las mismas, entre este grupo y el GISSE, tiene lugar la creación de la primera *spin off* de la UNS, Acumine S.A. El proyecto de I+D colaborativo estaba orientado a encontrar una solución al problema de accidentes por colisión en las explotaciones mineras. En las mismas, las operaciones se llevan adelante mediante maquinaria pesada de gran porte (camiones, topadoras, palas, etc.), la cual se desplaza por caminos con escasa iluminación, circulando entre otras máquinas, vehículos y personas. En este escenario, sin medidas de seguridad adecuadas, los accidentes por colisión suelen ser elevados. El problema de la seguridad en la industria minera fue planteado por las empresas del sector en el marco de un programa del gobierno de Australia, Cooperative Research Centre Minnig (CRC Mining), orientado a realizar mejoras en la industria mediante la cooperación púbico privada (Schlenker *et al*, 2016).

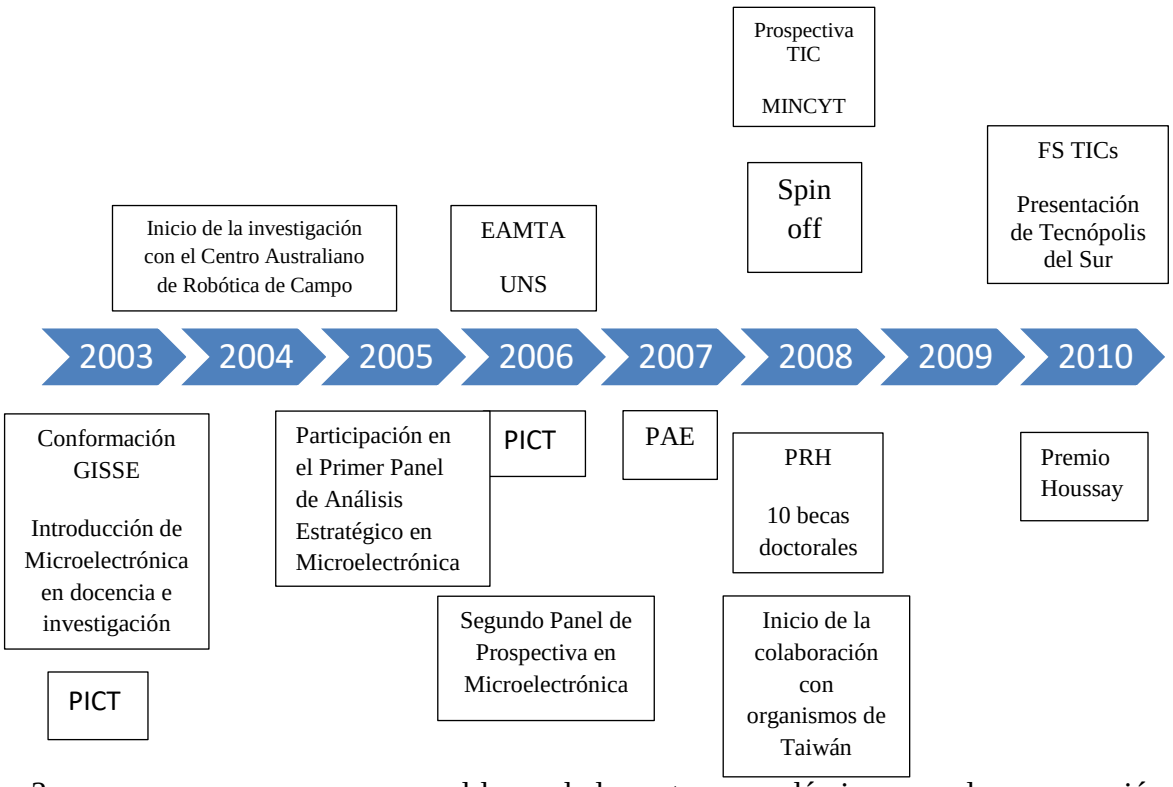
[131] Por ejemplo, un CI en 2009 que integró 50 millones de transistores, fabricado en 90 nanómetros. El mismo funcionaba como una cámara de video inteligente ejecutando funciones tales como detectar objetos, movimientos y patrones a alta velocidad, con aplicación en robótica móvil, conducción autónoma y seguridad.

Luego de aproximadamente tres años de investigación, los académicos identifican que pueden obtener un producto con potencial comercial a partir de los resultados que estaban obteniendo. La creación de la *spin off*, no obstante, responde inicialmente a la necesidad de realizar pruebas de campo, de allí que el grupo australiano y el GISSE deciden crear cada uno una empresa. En la UNS no existían antecedentes de estas experiencias ni un marco normativo acorde, por lo que una de las dificultades que el grupo tuvo que afrontar refiere a la lenta resolución de los aspectos formales de la empresa por parte de la UNS, que hicieron peligrar el aprovechamiento de la ventana de oportunidad del desarrollo en el mercado. La empresa se crea en 2008, en 2011 es aprobada la licencia por el Consejo Superior de la UNS y en 2014 se firma el convenio correspondiente por la presidencia del CONICET (Masson *et al*, 2014).

El producto adopta la forma de un dispositivo que se instala en cada máquina/vehículo y lo llevan consigo las personas que se movilizan a pie en la explotación minera. Mediante estrategias de minería de datos y de automatización, permitía detectar tempranamente situaciones potenciales de colisión y alertaba a los conductores de los vehículos y maquinaria, antes de que los accidentes se produzcan. Asimismo generaba reportes online de la situación de riesgo general de la explotación minera (Masson *et al*, 2014). Al transformarse en empresarios, los investigadores enfrentan numerosos desafíos (darle forma a la oportunidad comercial, definir su estructura funcional y modelo de negocio, conseguir inversores, diversificar su cartera de clientes, etc.) los cuales les permitieron tener una mejor comprensión de la actividad empresarial. El entorno institucional no colaboró en que el aprendizaje resultara más ameno y fluido, ya que, como se mencionó previamente, en la UNS no existía experiencia, normativa ni herramientas de apoyo para estos casos y, a su vez, se generó un conflicto de intereses al interior de la institución que demoró los aspectos formales de la creación de la empresa (Schlenker *et al*, 2016).

Cuadro 2: Principales hitos en la trayectoria del GISSE. 2003-2010.

Organización de la Reunión de Trabajo en Microelectrónica y sus aplicaciones



3 Fuente: Elaboración propia

s y el lugar de los actores académicos para la comprensión de los procesos de cooperación.

El análisis de la trayectoria del grupo deja entrever, por un lado, que los investigadores llegan a la convocatoria a FS del año 2010 habiendo propiciado la conformación de un conjunto de redes en el ámbito local e internacional a través de las cuales fue posible la difusión, intercambio y producción de conocimiento relativo a la Microelectrónica, lo cual a su vez, les permite posicionarse como un grupo de relevancia y referencia en este campo. Por otra parte, permite reconocer que ganan experiencia en la gestión de proyectos tanto de tipo estrictamente académico como aquellos en los que se requieren habilidades asociativas y de interacción con actores no académicos. Finalmente, se involucran en una iniciativa poco frecuente para los investigadores en Argentina como lo es la conformación de una empresa de base tecnológica. Está en la percepción de los propios actores que esta experiencia en particular les otorgó una mejor comprensión de los dilemas y urgencias que afrontan los empresarios y les permitió comenzar a comunicarse en el mismo idioma. Estas capacidades parecen haber sido reconocidas por ciertas autoridades del MINCYT, quienes los identifican como un grupo con las habilidades necesarias para llevar adelante un proyecto de FS. El grupo es tenido en cuenta, no solo en la consulta que da lugar al Libro Blanco de la Prospectiva TIC, sino

también en las consultas que se realizan desde este ámbito de gobierno para terminar de diagramar la convocatoria a FS en TICS del año 2010.

Entendemos que la trayectoria del grupo puede ser comprendida en términos de un proceso de aprendizaje (*learning by doing, learning by interacting, learning by failing*) que les permite a sus miembros el dominio de habilidades (*know how)* que son perfeccionadas con la práctica. Los compromisos que asumen los investigadores demuestran capacidad para dominar las habilidades tradicionales de los académicos (actividades de I+D y formación de nuevos investigadores) así como otras que las exceden, al convertirse en empresarios, gestores del conocimiento e interlocutores de la política pública. Los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades han sido particularmente relevantes en el enfoque de la Economía de la Innovación, desde donde se ha señalado que el dominio de habilidades alcanzadas mediante procesos de aprendizaje, adoptan un carácter acumulativo y específico en torno a los agentes que las poseen. Los procesos de aprendizaje, requieren de una inversión específica de recursos, y se encuentran directamente relacionados con la capacidad de competir de los agentes (Lundvall, 1996). Los mismos son de tipo interactivo y están atravesados por la incertidumbre (Lundvall y Lorenz, 2010).

Por otra parte, frecuentemente se utiliza el concepto de "científico emprendedor" para hacer referencia a los investigadores que crean una empresa a partir del resultado de sus investigaciones (Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004; Searle, 2006; Franzoni y Lissoni, 2006; Morales Gualdrón, 2008). Desde este concepto se suele enfatizar en las acciones individuales, las características personales de los actores, sus motivaciones y una cierta disposición a implicarse en actividades empresariales. El fenómeno se suele contextualizar haciendo referencia a la formulación elaborada por Clark (1998) respecto de la Universidad Emprendedora. En un sentido similar, mediante el concepto de "científico estrella" (*star scientists)* elaborado por Zucker y Darby (1996, 2006) se hace referencia a los actores que resultan fundamentales para comprender la difusión y comercialización de los avances científicos y en aquello que moldea su comportamiento. Si bien los mencionados conceptos -"científico emprendedor" y "científico estrella"- permiten referirnos a las capacidades personales (trayectoria, capital, motivaciones) de los actores que tomaron la iniciativa en la conformación de

Tecnópolis del Sur, los mismos fueron elaborados para otros contextos, por lo que son recuperados con la mencionada salvedad.

4. La política pública como el incentivo para la cooperación.

Durante el 2010 los FS son presentados como "el instrumento central para la implementación de una nueva generación de políticas que intentan fortalecer la vinculación entre el sector científico y tecnológico con el sector socioproductivo a fin de contribuir a la solución de problemas sociales y económicos. El eje conceptual y operativo de los Fondos Sectoriales está dado por las "Plataformas tecnológicas", las cuales suministran el marco propicio para la reunión de actores públicos y privados quienes en conjunto definen los cursos de acción deseables y factibles que dependen de la investigación, el desarrollo y la innovación para concretar los objetivos de crecimiento, competitividad y sustentabilidad de corto, mediano y largo plazo de su sector de incumbencia" (MINCYT, 2010, p.1).

En este marco se convoca a consorcios público-privados para la presentación de proyectos destinados a apoyar actividades que incorporen valor agregado y/o mejoren la competitividad del sector TICs. La convocatoria FS TICS 2010 tiene como objetivo "financiar parcialmente proyectos que tengan como meta generar plataformas tecnológicas o espacios para promover la innovación en el sector TIC a fin de lograr el desarrollo de tecnologías de aplicación general y con potencial impacto en áreas productivas fomentando a su vez asociaciones entre los actores públicos y privados vinculados al sector" (MINCYT, 2010, p.1).

Frente a esta convocatoria, que ofrecía apoyar proyectos con un financiamiento notablemente superior a lo acostumbrado, y en donde una de las tres capacidades que se proyectaba apoyar correspondía a Microelectrónica –"Desarrollar estrategias enfocadas al diseño y encapsulado de circuitos integrados"- Athos, Porthos y Aramis se proponen elaborar un proyecto para competir en la misma. En primer lugar, comienzan conversaciones con los miembros del CITEI, con quienes tenían una trayectoria de colaboración previa, y luego suman el apoyo de un empresario pyme del sector naval que, por ser director asimismo de la Unión Industrial de Bahía Blanca, aporta el apoyo de esta institución. A partir de entonces los mencionados actores comienzan a diagramar una propuesta.

La experiencia que los investigadores estaban adquiriendo con su empresa sirvió de inspiración para la concepción de Tecnópolis del Sur. Asimismo también influyeron sus percepciones relativas a las características de las empresas locales y sus posibilidades de involucrarse en proyectos tecnológicos. En este punto se evidencia cierta contradicción entre las expectativas de la política pública y lo que los actores entienden que se puede hacer con las empresas locales. En las palabras de uno de los investigadores, la convocatoria a FS:

"estaba pensado para hacer una transferencia. Eso en la industria electrónica no se puede hacer. Acá no tenés empresas grandes que estén haciendo desarrollos. Yo no tengo a Samsung acá. Es distinto, vos tenés que desarrollar la industria y desarrollarla a partir de nichos, nichos que puedan ocupar las pymes. No podés presentar un negocio cabeza a cabeza entre dos empresas grandes, sino ir a las pymes que tengan una buena dinámica y que ocupen nichos" (Entrevista nº 7, comunicación personal, 16 de Mayo de 2019).

La contradicción se expresa en que, desde la política pública, estaba la expectativa de que los actores productivos acompañen activamente la propuesta, no solo con recursos económicos sino también en la definición de la misma, mientras que en este caso el dinamismo proviene de los actores académicos, quienes toman la iniciativa y salen a convocar a las empresas para "desarrollar" la industria a partir de la identificación de nichos de mercado. El rol proactivo que desempeñan los investigadores parece tener como contracara la debilidad de la demanda de conocimiento de parte de las empresas. Este punto parece ser central ya que refiere a cierta desconexión entre las expectativas que se construyen desde la política y el sistema productivo local. Postulamos a modo de hipótesis que si bien pudo haber prevalecido cierto entusiasmo en la concepción de la política, en cierta medida relacionado con el clima de época imperante, los funcionarios públicos no desconocen las características del (heterogéneo) sistema productivo, así como las posibilidades, motivaciones y limitaciones de los empresarios en entablar relaciones de cooperación con los miembros del sector científico. En este sentido vislumbramos que en esta desconexión pueden estar operando otras racionalidades, vinculadas a ciertas rigideces de las políticas CTI, dado por marcos teóricos y

financiamiento exógeno, así como también a la necesidad de exhibir resultados, entendido como un problema de la dinámica política interna.

5. La proyección de Tecnópolis del Sur: un Parque Científico Tecnológico en Electrónica de Alta Complejidad.

Frente a la convocatoria, los investigadores imaginan la conformación de un PCT desde el cual incentivar la colaboración entre el ámbito científico tecnológico y el productivo. Proyectan en particular la colaboración con pymes "dinámicas" o empresas de base tecnológica, que si bien no cuentan internamente con todos los recursos necesarios para innovar y ser más competitivas, han acumulado ciertas competencias y cuentan con capacidades para aprovechar un entorno "virtuoso" (Yoguel *et al* 2009; OCDE, 1996). Planifican asistir a las mencionadas empresas en el pasaje de una idea o proyecto a un producto tecnológicamente avanzado. Para hacerlo en escala, identifican que necesitan aumentar la cantidad de recursos humanos calificados que puedan colaborar en esta tarea, de allí que proyectan un proceso intensivo de formación en el nivel de maestría y la compra de equipamiento de uso común para la confección de prototipos en la calidad necesaria para apoyar la creación de nuevos productos y su salida al mercado. Asimismo identifican la necesidad de contar con conocimientos específicos relativos a la gestión de los negocios.

Un componente central de esta planificación lo constituye la orientación hacia el mercado internacional. La experiencia que los investigadores estaban acumulado con su propia empresa, Acumine, les hacía pensar que era perfectamente factible que las empresas produzcan para la exportación y no solamente para el mercado local. De allí que se esperaba brindar a las mismas la asistencia para fabricar tecnología con calidad de exportación y colocar estos productos en el mercado. En este sentido, la configuración espacial del proyecto preveía dos emplazamientos, uno en la Zona Franca y otro en las cercanías del aeropuerto local con el objetivo de favorecer los flujos internacionales. En lo relativo a la infraestructura se proyectó un laboratorio central de alrededor de mil metros cuadrados donde ubicar el equipamiento de uso común, espacio para oficinas –donde las empresas locales puedan funcionar - y espacio para la incubación de empresas.

Desde el punto de vista cognitivo y tecnológico, la propuesta se asienta en la Electrónica y Microelectrónica como tecnologías transversales con posibilidad de aplicación en distintos sectores. Como se mencionó anteriormente Athos y Porthos habían estado involucrados junto con miembros del INTI en actividades tendientes a darle impulso a la microelectrónica en Argentina y- si bien el proyecto de PCT no estuvo acotado exclusivamente a la misma- Tecnópolis del Sur se proyecta como un espacio orientado a capitalizar el heterogéneo entramado de recursos acumulados en esta tecnología (capital social, recursos humanos, aprendizajes, bienes de capital, motivaciones) e impulsar proyectos que impliquen el diseño de CIs, bajo el supuesto de que es un campo estratégico en el cual el país tiene oportunidades para desarrollarse. Este supuesto había logrado trascender al ámbito político -haciéndose visible en la convocatoria en cuestión, en el proyecto de diseñar CIs para aplicaciones multimedia y en la creación de un centro en Microelectrónica en el INTI - pero de una manera tímida y sin una articulación más amplia con otras políticas.

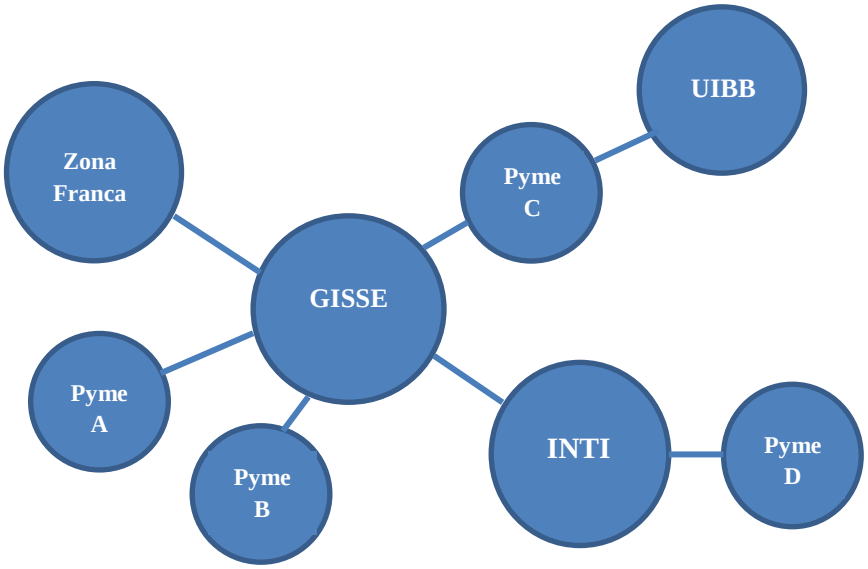
De la UNS estaba previsto que desplieguen sus actividades en el PCT tres grupos del IIIE (Microelectrónica, Control y Comunicaciones) y un grupo de Administración de Empresas, dada la percepción de que las empresas pyme requieren no solo apoyo de índole tecnológico sino también relativo a la gestión de los negocios. Asimismo se preveía la participación de miembros del grupo de Microtecnologías y Microsistemas del CITEI. Del análisis del proyecto de PCT se deriva que los investigadores no se plantearon el desarrollo de un producto en concreto, sino la construcción de un espacio de articulación, intercambio de conocimiento y soporte a las actividades intensivas en conocimiento con una visión de largo plazo.

Durante el tiempo que los investigadores tuvieron para elaborar la propuesta, lograron el apoyo de tres pymes más, dos de ellas ubicadas en Bahía Blanca y una localizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), que tenía relación con el grupo del INTI. Tecnópolis del Sur queda formalmente compuesto como CAPP por la UNS, el INTI, la Unión Industrial de Bahía Blanca, la Zona Franca de Bahía Blanca-Coronel Rosales y cuatro pymes. La presencia de la Zona Franca se fundamenta, en parte, en la posibilidad de aportar el espacio físico para el funcionamiento del PCT dado que los FS no contemplaban el uso del financiamiento para infraestructura. La posibilidad de funcionar en este lugar resultaba atractivo asimismo dadas las facilidades que ofrecía para la exportación. En lo relativo a las cuatro empresas iniciales no existía

prácticamente una trayectoria de colaboración previa así como tampoco con la UIBB cuya participación se explica por el rápido entendimiento que se generó entre los investigadores y uno de los directores de la entidad relativo a la trascendencia que podría tener este proyecto para la ciudad (Entrevista nº 4, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018).

Una de las empresas (A) involucradas en el CAPP produce detectores de metales para la industria alimenticia y farmacéutica, entre otras. Se trata de una empresa con más de 40 años de trayectoria que exporta sus productos a distintos países. Otra de las empresas (B) vende productos orientados al monitoreo en tiempo real del transporte público de pasajeros[132] así como sistemas para la gestión de flotas de vehículos[133], entre otros. La tercera empresa (C), fundada en 1983, presta servicios (de navegación, comunicaciones, alarmas, seguridad, regulación electrónica de motores) para la industria naval. Las operaciones de la empresa se iniciaron en el puerto de Ingeniero White, se extendieron a la Patagonia y posteriormente continuaron en el exterior, en puertos de Uruguay, Chile y Sudáfrica. Finalmente, la cuarta empresa (D) del CAPP se encuentra ubicada en CABA y se dedica desde 1999 a la fabricación de circuitos impresos, componente esencial de los equipos electrónicos.

Cuadro 3: Representación gráfica de la estructura inicial de la red de conocimiento.



[132] El mismo permite realizar un seguimiento de la afluencia de pasajeros, velocidades, frecuencias, unidades en circulación en un recorrido determinado, alarmas, entre otros.
[133] Permite conocer la ubicación de cada unidad, velocidad, recorrido realizado y los lugares en que se han producido detenciones, entre otros.

Fuente: Elaboración propia

6. Producción y circulación del conocimiento.

Desde la perspectiva de las redes de conocimiento, la transmisión e intercambio de conocimiento pueden ser entendido en términos de flujos que circulan a través de las redes y que impactan en los procesos productivos y de desarrollo tecnológico e innovación. El concepto de flujo de conocimientos lleva implícita la idea de que la difusión de conocimiento, a través de redes formales e informales, es tan esencial para el desarrollo económico como lo es la creación de conocimiento en sí misma (Casas, 2001). Durante los cuatro años que duró la experiencia asociativa en el marco del FONARSEC las actividades de producción y circulación del conocimiento del CAPP implicaron principalmente la realización de proyectos de I+D y la formación de recursos humanos, principalmente en el nivel de maestría, algunos de los cuales fueron incorporados al plantel de las instituciones y empresas involucradas[134]. La experiencia asociativa, que comienza con cuatro empresas, al cabo de cuatro años acumula más de veinte proyectos con catorce empresas, dos grupos emprendedores y organizaciones públicas y privadas. Asimismo se forman veintiún recursos humanos, diecisiete con el grado de magister (Julián y Masson, 2017).

La metodología implementada para la ejecución de los proyectos implicó el armado de pequeños equipos de trabajo compuestos por una empresa, un investigador del IIIE y un magister en formación. Este grado académico se identificó como el más adecuado para los requerimientos de las empresas con las cuales se preveía articular. Partiendo de las oportunidades o problemáticas de la empresa, los investigadores identificaban quién de los miembros del IIIE estaba más cerca en sus temas de investigación. Al mismo tiempo abrían una convocatoria para seleccionar a un becario de maestría y elaboraban un plan de trabajo orientado a resolver el problema o el desarrollo de la empresa. El becario era supervisado por el investigador asignado a esa empresa e interactuaba asimismo con los miembros de la misma. En el proceso de intercambio de conocimiento la figura del becario parece ocupar un lugar central dado que es quien se mueve entre la empresa y la

[134] Ocho fueron incorporados por INTI, dos por una de las empresas del consorcio, uno por la Base Naval Puerto Belgrano, uno por CONICET y uno por la Universidad Nacional del Comahue (Julián y Masson, 2017).

universidad colaborando en la difusión de los conocimientos acumulados en estos ámbitos, así como en la generación e intercambio de nuevo conocimiento.

6.1 Proyectos de I+D.

Al analizar los proyectos que se llevaron adelante, aspecto relativo al contenido de la red, se puede evidenciar cierta heterogeneidad entre los mismos. Mientras que algunos implicaron el desarrollo de un producto nuevo, otros consistieron en la mejora de uno existente y otros adoptaron un carácter de tipo exploratorio. Asimismo se puede identificar que, si bien la mayoría implicó actividades de I+D, también se desplegaron acciones orientadas a la búsqueda de financiamiento tanto para los desarrollos como para la compra de bienes de capital. Algunos proyectos se orientaron al sector agrícola ganadero, por ejemplo la instalación de una red de sensores para el monitoreo de variables ambientales, y otros tuvieron aplicación en la actividad industrial, como es el caso de un sistema de asistencia al mantenimiento preventivo en plantas industriales. Finalmente, mientras que la mayoría se llevó adelante en colaboración con empresas otros se realizaron a pedido de organizaciones públicas y privadas. En el cuadro que se encuentra a continuación se presenta de manera resumida los proyectos que se llevaron adelante entre 2011 y 2015. Se puede notar que la mayoría de los proyectos no implicaron el diseño de CIs y que la mitad de las empresas involucradas no se encuentran localizadas en Bahía Blanca.

Cuadro 4: Proyectos en el marco del CAPP Tecnópolis del Sur. 2011-2015.

Actor involucrado	Ubicación	Proyectos
Empresa (A)	Bahía Blanca	Diseño de CI dedicado
Empresa (B)	Bahía Blanca	Diseño de una antena para GPRS
Empresa (C)	Bahía Blanca	Desarrollo de un vehículo subacuático para inspección, un sistema de identificación automática y ayuda a la navegación y un sistema de amarre inteligente
Empresa (D)	CABA	Exploración de posibilidades financieras para la adquisición de infraestructura que permita la realización de circuitos impresos multicapa de Tecnología Ultrafina H.D.I.
Institución pública	CABA	Diseño de un Sistema en Chip (SoC) para televisión digital
Institución pública	CABA	Desarrollo de electrónica para el aprovechamiento de energía solar y eólica. Involucra el diseño de un SoC.
Empresa	CABA y GBA	Diseño de un CI supervisor y protector de baterías de litio.
Empresa	CABA	Desarrollo de CI apto para para ambientes aeroespaciales
Entidad privada	Bahía Blanca	Red de Sensores para Monitoreo de Variables Ambientales
Empresa	GBA	Exploración de opciones tendientes a producir una máquina soldadora eléctrica
Empresa	Bahía Blanca	Desarrollo de un sistema de asistencia de mantenimiento

		preventivo en plantas industriales
Empresa	CABA y Pittsburgh (USA)	Desarrollo de una red de monitoreo de equipamiento industrial
Grupo emprendedor	Bahía Blanca	Sistema inteligente de pulverización de agroquímicos
Empresa	Bahía Blanca	Desarrollo de una plataforma de adquisición, procesamiento y comunicación de datos de alto desempeño
Grupo emprendedor	Bahía Blanca	Consultoría en diseño y desarrollo de sistema de software para dispositivos móviles ajustado a plataforma Android
Empresa	Bahía Blanca, con sucursales en varias ciudades del país	Sistema RFID para la gestión del despacho y los activos.
Empresa	Bahía Blanca	Difusor de Aroma Ultrasónico
Empresa	CABA	Desarrollo de un equipo para ensayos de lámparas de ozono
Empresa	GBA	Análisis del controlador del convertidor electrónico de potencia y fabricación de un prototipo de transformador de estado sólido

Fuente: Elaboración propia en base a Julián y Masson (2017).

A continuación se presenta una descripción de tres de estos proyectos, dos de los cuales se llevaron adelante con empresas, mientras que el tercero fue motivado por la demanda pública.

Con la empresa (A) que fabrica detectores de metales para la industria alimenticia y farmacéutica, se planteó un proyecto orientado a mejorar la capacidad de uno de los detectores, lo cual se realizó a través de reemplazar un sector de la plaqueta electrónica por un CI dedicado, es decir, diseñado a medida para este uso particular. Este desarrollo permitió mejorar las prestaciones del producto sin aumentar el tamaño de la plaqueta. Además de diseñar la solución, se gestionó desde el CAPP el financiamiento necesario para la producción de un lote de CIs y su incorporación a los detectores, a través de la FAN y Europractice[135]. Esta fue una de las empresas que incorporó al magister a su plantel. El mencionado desarrollo, que consiste en una innovación incremental, fue percibido por el dueño de la empresa como una mejora que, si bien no marca un momento de inflexión en su trayectoria, transmite a sus compradores y empleados la noción de que la misma se encuentra tecnológicamente a la "vanguardia" (Entrevista nº 3, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018).

[135] Conglomerado europeo que ofrece a la academia el servicio de diseño y manufactura de CIs a bajo costo.

Con la empresas (B) que vende productos orientados al monitoreo en tiempo real del transporte público de pasajeros así como sistemas para la gestión de flotas de vehículos, además de participar de la evolución de los productos en mejoras rutinarias, el proyecto en este caso consistió en el diseño de una antena para ser utilizada en los mencionados productos. En este caso el becario involucrado en este desarrollo interactuó principalmente de manera remota con el área de Ingeniería de la empresa (Entrevista nº 2, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018).

Uno de los proyectos que se inicia a pedido de una institución pública consiste en el diseño de un CI para el mercado local orientado a la sustitución de importaciones. Cómo se señaló en el capítulo 2, el mismo surge por iniciativa de la FAN frente a las compras públicas que se proyectaban en el marco del Plan Argentina Conectada, Conectar Igualdad y la Televisión Digital Abierta, desde el Ministerio de Planificación de la Nación. La evaluación acerca de la factibilidad de concretar esta iniciativa se inicia antes de la conformación de Tecnópolis del Sur, cuando la FAN le solicita al GISSE y al CITEI un estudio y posteriormente un plan sobre cómo avanzar en este sentido.

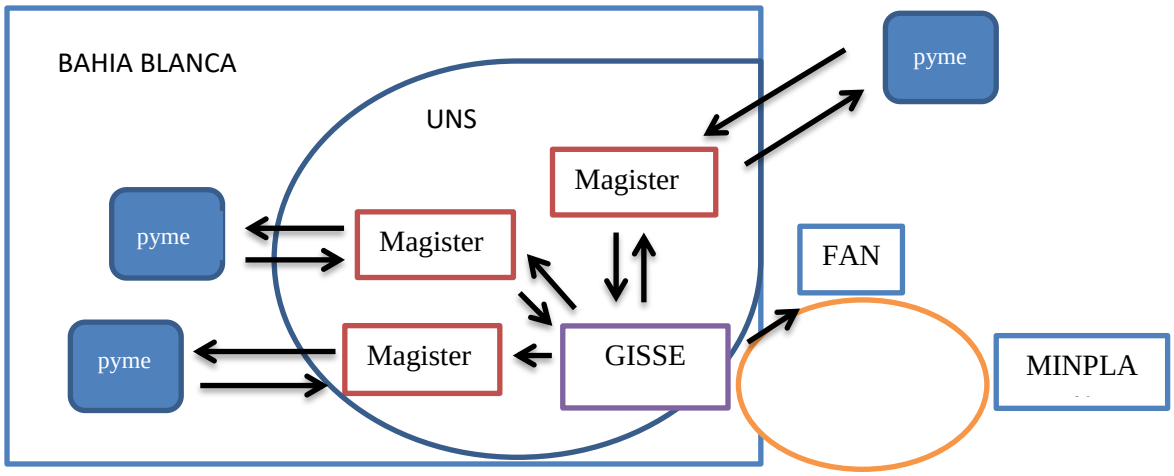
En el estudio se contemplaron celulares, *tablets* y televisores *smart.* Analizando los costos del desarrollo, las prestaciones requeridas y el tiempo de validez en el mercado de estos productos, en este estudio se concluye que es factible diseñar un SOC para televisores *smart* o decodificadores para la recepción de la señal de la TV Digital Abierta, en el contexto de una política que respalde el desarrollo y privilegie la compra de dispositivos con el CI diseñado localmente. En el contexto en el que se realizó el estudio se estimaba que había un mercado potencial que de varios millones de unidades por año. Luego de finalizar la etapa del diseño, se proyectaba que los CIs se fabriquen en el exterior, dadas las características que presenta el diseño y la fabricación de CIs. Si bien no estaba previsto que el CI diseñado localmente fuese más económico que otros disponibles en el mercado, constituía un aprendizaje significativo para desarrollar localmente tecnología Microelectrónica adaptada a necesidades específicas, y abría la posibilidad de desarrollar nuevos productos a futuro.

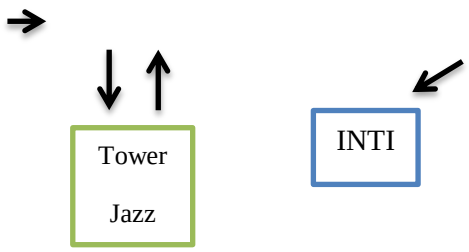
A medida que este proyecto cobra forma técnica y financieramente – desde el Ministerio de Planificación de la Nación se había aceptado financiar esta iniciativa del orden de los dieciocho millones de dólares- se aprueba la creación del Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario (CMNB), con una sede en Bahía Blanca y otra en

San Martín, desde donde se planificaba llevar adelante el desarrollo. Estaba previsto que la sede del CMNB de Bahía Blanca se aboque al diseño del CI y que la sede ubicada en San Martin se centre en la interfaz entre el CI y el exterior. En paralelo se conforma Tecnópolis del Sur, que cómo se señaló, tiene lugar sobre la trayectoria de colaboración que existía entre el GISSE y el CITEI. Las relaciones entre la sede del CMNB de Bahía Blanca y el GISSE resultan evidentes considerando que la misma se nutre de aquellas personas que habían sido formadas en Microelectrónica por los investigadores del GISSE y que los investigadores del mismo se había comprometido en colaborar en la puesta en marcha de la mencionada sede. De allí que entre el GISSE, Tecnópolis del Sur y la sede del CMNB de Bahía Blanca existen numerosos puntos de contacto.

Tecnópolis del Sur adquirió un lugar de relevancia en el diseño del CI para aplicaciones multimedia, desde donde se avanza en las especificaciones técnicas, en el relevamiento de bloques de propiedad intelectual, en los contactos con los proveedores y en la formación de recursos humanos. Para este proyecto se formaron tres magísteres en el área de verificación de CIs. Desde el consorcio, Athos había establecido una relación con Tower Jazz, una fábrica de circuitos integrados de mucha relevancia mundial, a raíz de lo cual se firma un convenio para acceder a la fabricación de prototipos. Esta empresa se había considerado, entre otras, como proveedora de la fabricación así como de los bloques de propiedad intelectual. No obstante, a pesar de los avances mencionados, las desinteligencias entre el Ministerio de Planificación, que era quien financiaba la iniciativa, y el Ministerio de Industria, ámbito a donde pertenece el INTI, traban el desarrollo del mismo y finalmente la iniciativa se desarticula.

Cuadro 5: Representación gráfica de intercambios y flujos de conocimiento, desde el enfoque de redes de conocimiento, entre 2011 y 2015.





Fuente: elaboración propia.

7. El rol del Estado

El rol de los gobiernos en la creación de capacidades y como facilitadores de las interacciones a través de políticas y programas ha sido señalado como un elemento significativo para la conformación de entornos proclives a la innovación y el agregado de valor a la producción (Castells y Hall, 1994; Casas, 2002). En este sentido uno de los interrogantes que guió este trabajo consiste en analizar el rol de la política pública en la conformación, sostenimiento y dinámica del consorcio Tecnópolis del Sur.

En primer lugar, en lo relativo al gobierno nacional, el instrumento FS parece haber funcionado como un incentivo para la reunión de actores heterogéneos bajo un proyecto en común. El grupo asociativo se conforma en un contexto en el cual las actividades de I+D así como la articulación entre el sector científico y el productivo son revalorizadas como estrategias de desarrollo. En este sentido se entiende que se abrió una "ventana de oportunidad" para que tuviera lugar este proyecto, entre otros (asociativos y apoyados por fondos públicos significativos). Si bien se configura durante la primera década de los años 2000 un escenario auspicioso para el surgimiento de este tipo de experiencias, el mismo no está exento de dificultades relacionadas con la discontinuidad de las políticas así como con la falta de coordinación tanto a nivel interministerial como entre los distintos niveles de gobierno, lo cual es una forma más en la que se expresa la ausencia de un SNI en Argentina.

Las dificultades en la coordinación entre ministerios se evidencian en el proyecto de desarrollar un CI para el mercado local orientado a la sustitución de importaciones presentado en el apartado anterior, el cual involucró la acción del Ministerio de Planificación, del Ministerio de Industria y del MINCYT. Esta iniciativa se abandona no por una cuestión de índole tecnológica, sino ante la falta de acuerdo entre las autoridades de los mencionados ministerios, lo cual deriva en la desarticulación de los recursos y capacidades que se habían comenzado a adquirir. La posibilidad de acumular capacidades para hacer Microelectrónica así como la capacidad para avanzar en un

proceso de sustitución de importaciones son iniciativas que requieren de esfuerzos sostenidos en el tiempo, de allí que las dificultades para coordinar las acciones entre distintos ámbitos de gobierno y de sostener los compromisos en el tiempo complejiza el desarrollo de iniciativas que ya de por sí resultan arriesgadas e inciertas.

7.1 La política local y la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología.

En lo relativo al gobierno local, si bien el municipio no formó parte formalmente de Tecnópolis del Sur, la aprobación del proyecto y la posibilidad de que en la ciudad se gestara un PCT generó cierto entusiasmo en las autoridades del gobierno local lo cual derivó en la creación de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología, con el objetivo de acompañar el proyecto. La relación entre el consorcio y este nuevo ámbito de gobierno fue tal que el director del IIIE es quien asume asimismo la dirección de la Agencia. Estaba en el espíritu inicial de la misma la idea de impulsar el desarrollo local y regional mediante la articulación entre el sector científico tecnológico y el sector productivo, con un énfasis particular en electrónica y microelectrónica. Al respecto se manifestaba en intendente en la inauguración de la Agencia:

"Es un orgullo para todos poder tener un lugar, un espacio físico donde se pueda articular el éxito del pasado y los logros que seguramente vendrán en el futuro; porque nuestra ciudad no descubre la ciencia y la tecnología, la ha venido desarrollando durante décadas a través de sus instituciones" (…) "estamos en un momento histórico desde el punto de vista productivo y competitivo en Argentina. Ustedes son conocedores perfectamente de las áreas que Bahía propone como áreas de progreso y entendemos que la contribución en estas dos materias, ciencia y tecnología, es esencial no solo para acompañar, sino también para trabajar en conjunto en todo lo que se vaya haciendo en la ciudad"[136] (Cristian Breitenstein, discurso inaugural de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología, Bahía Blanca, 30 de Noviembre de 2011).

Una de las acciones que se llevó adelante entre la Agencia y los investigadores responsables del CAPP fue la articulación con actores relevantes de la industria electrónica de la Provincia de Tierra del Fuego y del gobierno de esta Provincia, con la

[136] Nota periodística "Inauguración de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología", 30/11/11. Disponible en http://bahiablanca-gestionmunicipal.blogspot.com/2011/11/inauguracion-de-la-agencia-municipal-de.html

expectativa de explorar oportunidades de colaboración, sobre la base de la capacidad para el diseño de Tecnópolis del Sur y la capacidad de producción de artículos de electrónica de consumo de las empresas radicadas en la Provincia. Una posibilidad que se analizó con las empresas agrupadas en la Asociación de Fábricas Argentinas Terminales de Electrónica (AFARTE) fue la mejora de productos existentes mediante la incorporación de Internet de las Cosas[137]. En este caso la colaboración no prosperó debido a que esta mejora implicaba un costo de inversión inicial que las empresas no estaban dispuestas a realizar (Entrevista nº 5, comunicación personal, 15 de Mayo de 2019).

Otras acciones que se organizaron desde este ámbito de gobierno fueron la Ronda Internacional de Negocios de la Industria Electrónica[138], un programa de financiamiento para proyectos de desarrollo tecnológico, un espacio de asesoramiento para emprendedores y pymes que se propongan iniciar una empresa o desarrollar un producto innovador y un programa de radio orientado a la promoción y difusión de la "cultura emprendedora". En esta época se declara por ley nacional a Bahía Blanca como la Capital Nacional del Chip[139]. Si bien la creación de este nuevo ámbito de gobierno generó cierto entusiasmo, el cambio de gestión municipal que tiene lugar al poco tiempo de que se crea la Agencia reduce significativamente el apoyo y recursos con los cuales este espacio había sido concebido. A la falta de experiencia y ejemplos de otros municipios sobre cómo gestionar un ámbito de estas características, y de apoyo de parte del gobierno local, se suma asimismo la ausencia de estrategias de cooperación entre este ámbito de gobierno, la gestión provincial[140] y nacional.

Lo mencionado sugiere las limitaciones de los gobiernos en sus distintos niveles para establecer relaciones de cooperación entre sí y sostener políticas y compromisos en el mediano y largo plazo, lo cual reduce su capacidad para constituirse en actores relevantes para la conformación de espacios regionales de conocimiento, aún en un

[137] Se refiere a la conexión de objetos cotidianos a internet a partir de los cual es posible la comunicación fluida entre personas, procesos y cosas.

[138] Esta actividad implicó la reunió en la ciudad de empresas ensambladoras, fábricas de electrodomésticos e instituciones como INTI y CNEA, entre otras, con el objetivo de establecer nuevas relaciones e identificar oportunidades de negocio entre los actores presentes.

[139] Se fundamenta esta decisión en la trayectoria del GISSE, el surgimiento de Tecnópolis del Sur y la instalación del CMNB (Cámara de Diputados de la Nación, 2013).

[140] Particularmente llamativo resulta esta ausencia de estrategias de cooperación siendo que el intendente que crea la Agencia Municipal al mes de su inauguración asume como Ministro de la Producción, Ciencia y Tecnología de la Provincia de Buenos Aires.

contexto de revalorización de las actividades de cooperación entre el sector científico y el sector productivo.

Se reconoce asimismo cómo la política pública configura escenarios diversos que incentivan en algunos casos y que complejizan en otros el desenvolvimiento de proyectos científico tecnológicos innovadores. La finalización del proyecto FONARSEC coincide en el tiempo con un cambio de gobierno y con la reconfiguración de una serie de elementos que derivan en un escenario adverso para la mayoría de las pymes. Entre los elementos de esta nueva etapa cabe mencionar: la devaluación de la moneda, el levantamiento de las restricciones a la importación de bienes que compiten con la producción local, el aumento del costo de las tarifas y de la tasa de interés y la reducción de instrumentos de apoyo y financiamiento destinados tanto al sector científico y a las empresas, individualmente, como a los grupos asociativos. Mientras que durante la ejecución del proyecto FONARSEC el establecimiento de un PCT en electrónica de alta complejidad resultaba desafiante pero se encontraba en consonancia con el clima de época, en el contexto que se abre a partir del 2016, esta iniciativa parece resultar menos viable.

8. La dimensión espacial y la proximidad geográfica: expectativas y limitaciones en la construcción del Parque Científico Tecnológico.

Los investigadores que tuvieron la iniciativa en la conformación de Tecnópolis del Sur proyectaron el establecimiento de un PCT bajo el supuesto de que la proximidad física facilita las actividades de cooperación entre la academia y la empresa. Dado que el financiamiento de los FS no podía tener como destino la infraestructura física, el PCT se planifica en terrenos de la Zona Franca Bahía Blanca-Coronel Rosales, ubicados en la vecina ciudad de Punta Alta[141]. La participación de la Zona Franca como miembro del CAPP se fundamenta en una necesidad mutua: los investigadores necesitaban un espacio físico para funcionar y la Zona Franca -que podía aportar este espacio- no se encontraba operativa hasta el momento y lo hace a partir de este proyecto. La adecuación del espacio para los fines del CAPP implicó asimismo una inversión de parte de la Zona Franca, que funcionó como una parte del aporte de contraparte que se solicitaba desde los FS.

[141] Punta Alta es una ciudad de 58.315 habitantes según el censo del año 2010. Está situada a 28km de distancia de Bahía Blanca.

A fines del 2012 comienzan las obras en la Zona Franca para la construcción de un laboratorio donde instalar parte del equipamiento[142] adquirido. A pesar de que este espacio se inaugura en octubre de 2013 el mismo no puede utilizarse de la manera prevista originalmente dada la reglamentación[143] de la Zona Franca y la imposibilidad de implementar un mecanismo especial para la salida de los prototipos y el ingreso de los mismos al país. La búsqueda de una solución a este problema entre los investigadores, las autoridades de la Zona Franca y las autoridades del FONARSEC- quienes realizaban un seguimiento de los proyectos aprobados- se extendió en el tiempo, dando lugar a una situación en la cual una parte de la actividad prevista -la utilización de los equipos para la confección de prototipos- queda paralizada hasta su reubicación en una nueva sede a principios del 2018. Nuevamente se evidencia una falta de coordinación entre los distintos estamentos del Estado que perjudica el desenvolvimiento de la experiencia asociativa. Mientras que la realización de los proyectos de I+D y la formación de recursos humanos se desarrolló acorde a lo previsto, la imposibilidad de hacer uso del equipamiento fue una limitación de esta primera etapa. Al respecto, cabe señalar que la conformación de un PCT requiere de una inversión de capital que no debería darse por descontado (Castells y Hall, 1994).

Al modelo de PCT se le atribuye la capacidad de incentivar las interacciones entre el sector científico y el sector productivo, favorecer la promoción de nuevas empresas -particularmente de base tecnológica- y contribuir en el desarrollo económico de la región en la cual se inserta. Se ha señalado, no obstante, que la potencialidad de estos arreglos no está dada exclusivamente por la reunión física de un conjunto de actores diversos, sino porque se desarrollen efectivamente una serie de procesos, fundamentalmente orientados a la creación e intercambio de conocimiento (Castells y Hall, 1994). Por otra parte, el reconocimiento de distintos tipos de proximidad, la

[142] La adquisición del total del equipamiento requirió la realización de diez licitaciones públicas y concluyó a principios de 2014. "El equipamiento comprende máquinas para montaje de placas electrónicas, máquinas para verificación y máquinas para confección de piezas. Este laboratorio permite la realización de prototipos con las mismas características que los resultantes de una cadena de producción industrial. Los equipos de verificación y análisis permiten realizar desde análisis simples como la detección de fallas, hasta análisis más complejos de envejecimiento de materiales y confiabilidad. En su conjunto, este laboratorio ofrece a las empresas la posibilidad de realizar productos acorde a normas con calidad de exportación, de manera de ampliar los mercados internacionales" (Julián y Masson, 2017, p. 15).

[143] Las Zonas Francas son áreas en las cuales la mercadería no es sometida al control habitual del servicio aduanero. La introducción de mercaderías a las mismas consiste en una importación y la extracción en una exportación, aun cuando el destino sea el territorio aduanero general (Ley nº 22. 415. Código Aduanero. Sección VII).

distinción entre proximidad geográfica ocasional y co localización permanente así como el uso generalizado de las TICs parecen ser elementos que ponen en cuestión el modelo de PCT.

En este caso, si bien no se concretó hasta el momento la conformación de un PCT, tuvieron lugar una serie de procesos de producción y circulación de conocimiento orientados al agregado de valor a las empresas. Recuperando las distintas dimensiones del concepto de proximidad (Boschma, 2005), estos procesos parecen sustentarse –en parte- en una proximidad cognitiva entre los actores académicos y los empresarios que se refuerza a través del becario-magíster, quien colabora en los intercambios entre el ámbito universitario y el empresarial.

En lo relativo a la proximidad geográfica si bien no tiene lugar la co presencia entre los actores -como en el modelo de PCT- se desarrollan encuentros ocasionales derivados de la movilidad de los mismos, los cuales resultan particularmente accesibles para los empresarios radicados en la ciudad de Bahía Blanca. Por otra parte, cabe señalar que en algunos de los proyectos, la empresa no se encontraba en la misma ciudad y que, en ciertos casos, estando la empresa y el becario ubicados en Bahía Blanca buena parte de la interacción se realizó de manera virtual, lo cual relativiza la importancia de la proximidad geográfica como un requisito para el intercambio de conocimiento en un contexto de uso generalizado de las TICs (Boschma, 2005; Miao *et al*, 2015). Si bien el componente espacial no parece ser irrelevante para la construcción de la red, la ausencia de co presencia entre los actores no significó una limitación para los procesos de intercambio entre sus miembros.

9. El lugar de los factores personales: motivaciones, liderazgo, compromiso y confianza.

La cooperación entre el sector científico y el productivo, principalmente desde el enfoque Universidad Empresa, es frecuentemente abordada en términos de la complejidad que reviste la interacción, fundada en las diferencias culturales entre actores heterogéneos (Vega *et al*, 2011; Fernández de Lucio *et al*, 2000; Manjarrés *et al*, 2008). De allí la importancia que se le atribuye a los organismos de interfaz y a los instrumentos que facilitan e incentivan esta interacción. Mientras que en la

conformación de Tecnópolis del Sur, los FS funcionaron como un incentivo para aunar a un conjunto heterogéneo de actores, su surgimiento y consolidación descansa asimismo en factores de índole personal y en las relaciones interpersonales que se forjaron entre sus miembros.

Uno de los elementos en este sentido es la motivación de los investigadores de articular con actores extra académicos relacionada –en parte- con una reflexión crítica sobre su propia práctica. Al respecto, señala uno de ellos: "siempre tuvimos en nuestra cabeza, en nuestra línea de trabajo, trabajar con las empresas. Y que la tecnología (…), si yo hago tecnología, tengo que hacer cosas, no puedo quedarme en el papel" (Entrevista nº 7, comunicación personal, 16 de Mayo de 2019).

"La actividad nuestra no tiene mucho sentido si no están los privados haciendo tecnología relevante. Es un medio bastante sin sentido el hecho de que yo esté en Bahía Blanca publicando trabajos científicos que no tienen la menor relevancia para nadie en el país (…) ¿De qué le sirve al país que yo publique un trabajo así, si no hay nadie que lo puede aprovechar?" (Entrevista nº 24, comunicación personal, 1 de Diciembre de 2020).

A lo largo de la experiencia, los investigadores desempeñan un rol proactivo en la conformación y coordinación del CAPP y realizan un esfuerzo por transformarse en empresarios, en gestores del conocimiento y en interlocutores de la política pública, ejercitando de esta manera un conjunto de habilidades que escapan a las del científico que orienta su trabajo en función de criterios preminentemente disciplinares. En este sentido, la referencia al "emprendedor académico" (Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004) y al "científico estrella" (Zucker y Darby, 1996, 2006) da cuenta de un investigador que trasciende el ámbito académico y adquiere un rol significativo en la valorización del conocimiento. En esta experiencia, se destaca en particular el alto perfil de uno de los investigadores quien conjuga reconocimiento académico con capacidad para tejer redes, traducir demandas y gestionar recursos económicos, entre otras habilidades. El lugar de los actores, sus motivaciones y capacidades personales, en un contexto que difícilmente pueda ser caracterizado como un sistema, no parece ser irrelevante para comprender cómo ha surgido y se ha desarrollado esta experiencia.

Por otra parte, si bien en este caso no existía una trayectoria de colaboración previa entre los actores académicos y los empresarios –situación que puede concebirse como una debilidad del grupo- se postula que durante el período que duró el proyecto FS se construye una confianza, entendimiento y compromiso entre las partes que da lugar a una segunda etapa de la experiencia asociativa sin el incentivo de los fondos públicos. La confianza parece haberse generado no solo entre los investigadores y los empresarios, sino también entre los empresarios, lo cual se refleja en la realización de proyectos de colaboración exclusivamente entre los mismos, en la segunda etapa de la experiencia asociativa (Entrevista nº 2, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018).
Según señala Casas (2002) los lazos de confianza constituyen uno de los elementos en los cuales se sustenta la creación de redes de conocimiento. La duración de los procesos de construcción de redes es un aspecto significativo de la dinámica de las mismas, ya que en las interacciones de larga duración, los actores tienen mayores posibilidades de conocerse, entender sus intereses y generar la confianza sobre la que se establece la interacción. Cuando estas actividades tienen resultados positivos, la confianza tiende a reforzarse y pueden generarse nuevos proyectos más complejos. Por otra parte, que los actores privados movilicen recursos económicos constituye un indicador del compromiso con los propósitos de la red. Tanto las relaciones que se sostienen en el tiempo como la movilización de recursos económicos son elementos que están presentes en esta experiencia. Sobre la capacidad de entendimiento y la construcción de confianza, uno de los investigadores señala:

"Estuvimos 6 años trabajando en conjunto con los privados, conociéndonos, porque es un *crush* de culturas, hasta que vos entendés el lugar que tiene el otro pasa un tiempo largo y cuando después de 6 años nos tuvimos que sentar, esa convivencia se puso en evidencia de manera natural. Para ese momento entendíamos muy bien por donde les pasaba a ellos y también en definitiva por dónde nos pasa a nosotros" (Entrevista nº 1, comunicación personal, 22 de Mayo de 2018).

La comprensión que los investigadores fueron adquiriendo sobre la actividad que realizan los empresarios les permitió entender, entre otras cuestiones, que los mismos se

encuentran involucrados en múltiples tareas y que los problemas cotidianos a los cuales se enfrentan no refieren a estar constantemente innovando.

“Son mitos que uno tiene en la cabeza. ¡No! ¡Qué voy a ir a la universidad si ellos están todo el día haciendo *papers*! Pero una vez que te ponés en contacto ves que es otra la realidad. El empresario en Argentina está todo el día sin tiempo, vos vivís sin tiempo siempre (…) por un lado estás queriendo desarrollar un producto, pero también estás pensando que vence el IVA, que el contador, que esto, que lo otro; o sea, tenemos una problemática que tal vez no te da ese tiempo de decir, más que nada los chicos, los chicos tienen menos tiempo porque la vorágine los capta más todavía (…) no te lo imaginás porque no tenés el tiempo para hacerlo. En el caso nuestro cuando nos vinculamos nos fue excelente, nada que ver con lo que uno podría llegar a pensar. Ellos tienen una capacidad que vos podés delegar una determinada tarea y sabés que el resultado que viene es un resultado científico” (Entrevista nº 2, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018).

De allí la importancia para los empresarios de contar con el apoyo de parte de los investigadores bajo un formato flexible cuando vislumbran una oportunidad de negocio.

“Esa cosa que ven es que nosotros les servimos de respaldo. Ellos tienen un problema y tienen la posibilidad de un negocio mañana y vienen y nos preguntan cómo hacerlo. Y vos le vas a decir cómo hacerlo, y después vemos cómo cobramos. Porque todo es parte de un conjunto que tiene que ver con que yo puedo confiar en que él después me va a responder y viceversa” (Entrevista nº 7, comunicación personal, 16 de Mayo de 2019).

Retomando las dimensiones de la confianza interpersonal (Luna y Velasco, 2009), y considerando la ausencia de una colaboración previa entre investigadores y empresarios, posiblemente en el inicio de la experiencia hayan predominado la confianza basada en el prestigio – relativa a las percepciones acerca de las capacidades y competencias de los participantes- y la confianza estratégica – referida a la expectativa de los beneficios

mutuos que puede generar la relación- y que con el avance de la misma se haya desplegado la confianza normativa – relativa a las creencias y valores compartidos.

Un hito en la trayectoria del grupo fue la visita a PCTs, centros tecnológicos, empresas y *clusters* europeros ubicados en el País Vasco, Francia y Alemania en el año 2014[144]. En este viaje los empresarios, investigadores, el director de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología y el Director de la UIBB entran en contacto con experiencias de asociatividad público privadas, experiencias relativas a la incorporación de micro y nano electrónica en la economía regional y oportunidades de colaboración entre las empresas de Tecnópolis y otras empresas o centros europeos. Uno de los resultados de esta visita fue una actividad de cooperación entre una empresa argentina y una española, con el apoyo tecnológico de los investigadores del consorcio.

La importancia de la internacionalización, tanto de las empresas como del CAPP en su conjunto, y de hacerlo de manera asociativa, son dos representaciones significativas en la concepción del grupo que se refuerzan a raíz de esta experiencia. Desde el punto de vista de los empresarios, este viaje parece haber sido significativo en la medida en que les permitió conocer nuevas experiencias, mantener intercambios con actores para ellos relevantes y tener nuevas oportunidades de negocio, situaciones a las que difícilmente hubieran accedido por su propia cuenta. En este sentido es que ellos evalúan que la experiencia asociativa los lleva del ámbito local al internacional. (Entrevista nº 2, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018; Entrevista nº 3, comunicación personal, 23 de Mayo de 2018; Entrevista nº 8, comunicación personal, 17 de Mayo de 2019).

10. La continuación de la experiencia asociativa bajo el formato de una Fundación.

Una vez finalizado el proyecto FS y por ende el financiamiento, se abre un período de definiciones relativo a la continuación de la experiencia asociativa. Durante el lapso de un año aproximadamente tuvieron lugar distintas reuniones entre los investigadores, los

[144] Esta actividad se planificó en el marco del Curso en Gestión Empresarial de la Innovación (GEI) organizado por el Proyecto NanoPymes, dependiente de la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva durante el segundo semestre de 2013 y el primero de 2014. Se financiaron por medio del proyecto FONARSEC los pasajes y estadías de dos investigadores del CAPP, del director de la Unión Industrial y del director de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología, mientras que los empresarios a cargo de las cuatro empresas que participaron financiaron sus propios gastos.

empresarios y algunos miembros de la UNS orientadas a evaluar la experiencia pasada y definir su continuidad. De estos intercambios, una de las conclusiones a la que se arriba consiste en que el aporte más significativo que la experiencia tuvo para las empresas consistió en la posibilidad de acceder a nuevos contactos, información relativa a las tendencias tecnológicas y el respaldo que les otorga formar parte de un grupo compuesto por instituciones científicas y empresas. El aporte cognitivo que los investigadores le pueden proveer a los empresarios, si bien es importante, no es lo central ni lo único. Lo central en este caso ha sido la construcción de la red, la generación de lazos de confianza por donde circula el acceso a contactos, información, recursos materiales, simbólicos así como también recursos cognitivos, lo cual le permite a las empresas tener mayores oportunidades comerciales que las que tendrían por su propia cuenta.

"En lugares donde todo está establecido y funciona, la tarea del investigador que se relaciona con empresas, la tarea es sencilla porque se limita a lo técnico. La empresa viene a buscar conocimiento porque el resto de las cosas ya están resueltas. Acá ese es el último de los problemas. El problema que nosotros identificamos con la plataforma no era que las empresas necesitaban tecnología para ser exitosas, era que las empresas tenían que tener una boca de comercialización y negocios en otro lugar y para llegar ahí necesitan distintas cosas. Para llegar ahí pueden necesitar tecnología pero también relaciones, medios, proyectos de colaboración, misiones. De eso el 80% cae afuera de la órbita de un investigador, de hecho el sistema te penaliza por ponerte a hacer esas cosas. Porque todo ese intangible que nosotros fuimos generando no lo podemos poner en ningún informe. Lo hacemos a conciencia de que penaliza la tarea nuestra. También es cierto que es lo que más sentido tiene en el ámbito en el que uno está" (Entrevista nº 24, comunicación personal, 1 de Diciembre de 2020).

A raíz del acuerdo de continuar colaborando se define reubicar los equipos de la Zona Franca y alquilar una nueva sede en Bahía Blanca que funcione como espacio de reunión. Asimismo se decide formalizar la experiencia bajo el formato de una Fundación de la cual participan los investigadores, las empresas y las instituciones en

carácter de socios. En este esquema las "empresas fundadoras"[145] pagan una cuota mensual destinada a financiar ciertas actividades de la Fundación, tales como reuniones, encuentros y talleres.

Para esta etapa se proyectó el desarrollo de proyectos en donde las empresas colaboren entre sí -a diferencia de la primera etapa en la cual los proyectos fueron de tipo individual- y la financiación de las acciones recaiga sobre el sector privado. Un ejemplo de esta estrategia es un proyecto que se lleva adelante entre tres de las empresas originales de Tecnópolis del Sur en el marco de un proyecto que tenía una de ellas para la fabricación de parquímetros. Por otra parte, si bien los actores académicos continúan con el objetivo de conformar un PCT, este es percibido como un objetivo de mediano y largo plazo ya que reconocen que se trata de un proyecto que los excede y que requiere de un acuerdo amplio entre los distintos sectores involucrados. La Fundación que conforman es percibida como una instancia previa que podría funcionar de base sobre la cual construir el PCT.

Como se mencionó previamente, el inicio de la segunda etapa de la experiencia asociativa coincide en el tiempo con un cambio de gobierno y con la reconfiguración de una serie de elementos que derivan en un escenario adverso para la mayoría de las pymes. En este contexto surge más claramente de parte de las empresas la inquietud por vender tecnología en el mercado externo y que la nueva configuración asociativa los apoye en esta iniciativa. El proyecto de internacionalización se plantea como una vía para expandir sus mercados y tratar de sortear los ciclos económicos que son tan frecuentes en el país y que afectan en particular a las pymes. La experiencia asociativa se comienza a percibir más claramente como una organización orientada a establecer nuevas relaciones y colaborar en que se concreten negocios para sus socios.

En la estrategia de internacionalización se comprometen a dos personas radicadas en Estados Unidos. Una de ellas, M.E., es un empresario con amplia trayectoria en el mundo de los negocios tecnológicos radicado en Nueva Jersey a quien Athos contacta en una de sus visitas a la Universidad de John Hopkins, donde se desempeña como profesor asociado visitante. La otra es un empresario radicado en Chicago, E. P., graduado de la UNS y a quien lo une una relación de amistad con Athos.

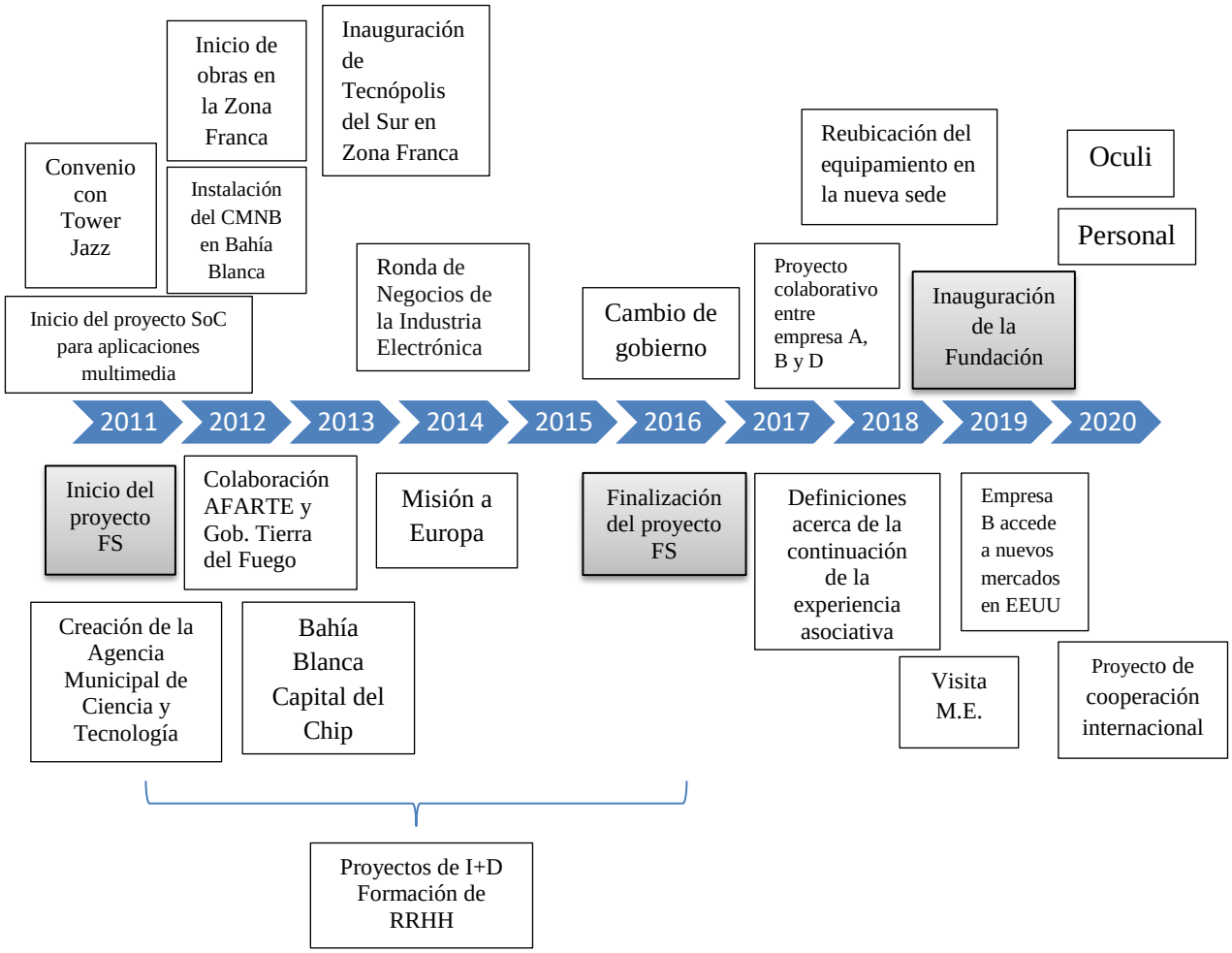
[145] Las mismas se encuentran representadas en el Consejo de Administración de la Fundación, junto con los investigadores y las instituciones, INTI, CONICET y UNS, las cuales no suscribieron el estatuto de la misma por el momento.

A principios de 2018 se organiza la visita de M.E. a Bahía Blanca para que conozca las empresas de la Fundación y evalúe las posibilidades de negocios en el mercado estadounidense. E. P. colabora en las actividades preparatorias a esta visita y generando asimismo contactos en Estados Unidos para las empresas. A raíz del contacto con E.P., una de las empresas originales del consorcio expande su negocio a Chicago. En este punto es interesante notar que el vínculo con los investigadores no le aporta a la empresa conocimientos para desarrollar un producto o mejorar uno existente, sino un contacto a partir del cual se le abre un nuevo mercado.

Para el año 2020, se encontraba prevista una visita de negocios a Chicago, apoyada por la gestión que se realizó ante el Consulado Argentino en esta ciudad. Otra posibilidad de contactos que los investigadores abrieron recientemente para las empresas de la Fundación vino de la mano de un proyecto de colaboración presentado y aprobado por la Comunidad Económica Europea en el área de Internet de las Cosas (IoT), del cual participan universidades europeas, tres empresas de la Fundación, entre otras, y la compañía de telecomunicaciones Personal, que se acercó al grupo con la perspectiva de entablar una colaboración. Durante el 2020 también tuvo lugar una colaboración con una empresa de base tecnológica norteamericana, Oculi, propiedad de M.E. La empresa desarrolló y patentó un CI de detección y procesamiento de imágenes con aplicación en inteligencia artificial. En marzo de 2020 se firmó un acuerdo junto con el INTI, a raíz del cual la mayoría de los diseñadores de la empresa trabaja remotamente desde Bahía Blanca, mientras que en Estados Unidos se encuentra el área de marketing, estrategia y pruebas de campo (Entrevista nº 24, comunicación personal, 1 de Diciembre de 2020).

En este punto se puede interpretar un cambio en la estrategia del grupo, por un lado, de un objetivo ambicioso como la conformación del PCT se pasa a uno más acotado como lo es una Fundación. Por otra parte empieza a cobrar mayor relevancia el financiamiento privado, la articulación entre las empresas y los contactos con empresarios norteamericanos para explorar posibilidades tendientes a acceder a nuevos mercados. Como contracara empieza a tener menos presencia la articulación con la política pública y con proyectos que involucren la sustitución de importaciones, por ejemplo, la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología, la cooperación con el Gobierno de Tierra del Fuego, AFARTE y el Ministerio de Planificación, habida cuenta de que estas colaboraciones no resultaron como estaban previstas (*learning by failing*).

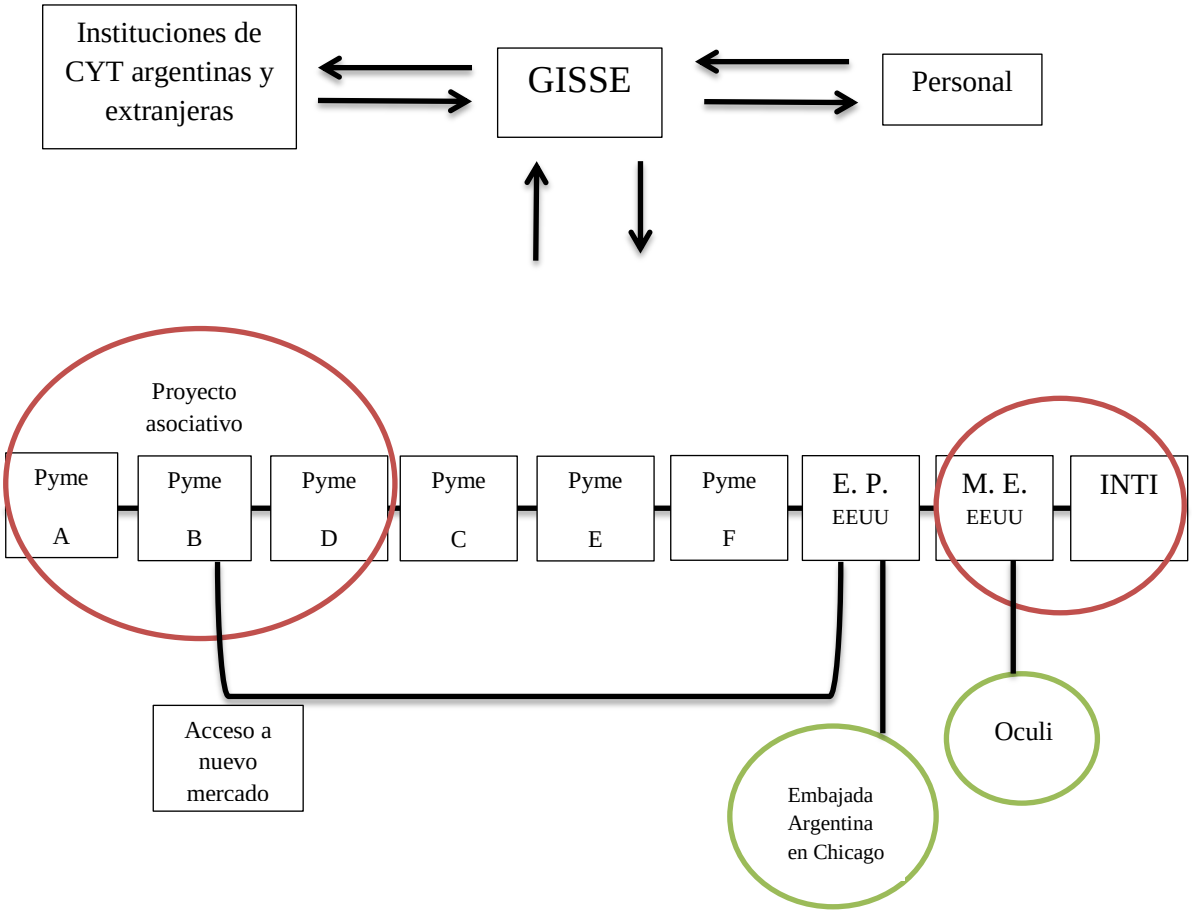
Cuadro 6: Principales hitos en la trayectoria del grupo asociativo (2011 – 2020).



Fuente: Elaboración propia.

Desde el punto de vista de la estructura de la red, y realizando una comparación con la estructura inicial, si bien el nodo que representa a los actores académicos sigue siendo central -ya que son estos quienes siguen manteniendo el funcionamiento y la coordinación- los intercambios entre el resto de los nodos no pasan siempre por este lugar, y en este sentido se puede identificar un mayor nivel de autonomía. Por otra parte, la estructura se ha ampliado dada la incorporación de nuevas empresas e instituciones. Algunas de las empresas se encuentran radicadas en Bahía Blanca mientras que otras están en otros puntos del país o en el exterior. Finalmente se puede notar que los intercambios entre los nodos tienen lugar tanto en el marco de relaciones formales -tales como convenios o las que impone el modelo de una Fundación- como informales, sustentadas en la confianza y compromiso entre las partes.

Cuadro 7: Representación gráfica de la estructura e intercambios entre los nodos de la red. Etapa actual de la experiencia asociativa.



Fuente: Elaboración propia

Consideraciones finales

Esta investigación se inició con el objetivo de avanzar en la comprensión de los particulares modos que asume la cooperación entre académicos y empresarios en Argentina, bajo el supuesto de que el conocimiento científico tecnológico y los procesos de innovación, como elementos decisivos en la actividad productiva, aparecen con mayor énfasis y claridad en cierta literatura especializada que en los casos realmente existentes. En un entorno que difícilmente puede ser caracterizado como un sistema, en donde –como señalaron Sutz y Arocena (2001)- existen pocas pautas del comportamiento socioeconómico asociado con la innovación que operan de forma sistémica, el rol que desempeñaron los investigadores en el caso analizado excede ampliamente el de la provisión de conocimiento innovador. A lo largo de esta experiencia, los investigadores realizaron un esfuerzo por transformarse en empresarios,

en gestores del conocimiento y en interlocutores de la política pública, ejercitando de esta manera un conjunto de habilidades que escapan a las del investigador que orienta su acción en función de criterios preeminentemente académicos. En este sentido, la motivación y las capacidades personales de los mismos operaron en la conjugación de apoyo, recursos y saberes.

La desarticulación entre lo que se entiende como componentes del sistema se ha expresado en esta experiencia de diversas maneras. Por un lado, la conformación del CAPP y del PCT no surge como respuesta a una demanda de conocimiento de parte del sector productivo, sino que se trata de una iniciativa de los actores académicos motivada por la confianza que despiertan estos modelos como inductores de la cooperación, en un contexto de disponibilidad de fondos públicos. Si bien el rol proactivo que desempeñan los investigadores parece tener como contracara la debilidad de la demanda de conocimiento académico de parte de los empresarios, aquellos que acompañaron originalmente a los investigadores en la conformación del CAPP así como los que se fueron acoplando a la experiencia con el correr de los años, valoran el rol de los investigadores como proveedores de conocimiento. No obstante, aquello que le aporta la experiencia asociativa a los empresarios no parece estar dado exclusivamente por los recursos cognitivos sino también por otro tipo de recursos como son el capital social y simbólico. En este sentido, en contextos desarticulados, parece adquirir relevancia la idea de que los empresarios requieren más que I+D para ser competitivos y que los investigadores que se proponen avanzar en una colaboración asumen una multiplicidad de roles y compromisos. La orientación hacia el "desarrollo de la industria" mediante la identificación de nichos de mercado, la búsqueda de posibilidades para la exportación de productos tecnológicamente avanzados y la especialización en Microelectrónica refieren más a un plan a largo plazo que excede ampliamente el desarrollo de un proyecto de I+D.

Surgimiento, trayectoria y dinámica de la experiencia asociativa.

El análisis del grupo asociativo permite reconocer dos etapas. La primera parece haberse sustentado en el incentivo que significó el acceso al financiamiento público, mientras que la segunda etapa parece responder a la confianza y al entendimiento mutuo que se generó entre investigadores y empresarios durante los primeros años de la

experiencia. El paso de la primera etapa a la segunda coincide en el tiempo con un cambio de gobierno y con la reconfiguración de una serie de elementos que derivan en un escenario adverso para la mayoría de las pymes. La nueva etapa de la experiencia asociativa se caracteriza por la búsqueda de los mecanismos que permiten que la articulación se fortalezca y se sostenga en el tiempo, prescindiendo de los fondos públicos. Frente a la reconfiguración del escenario que se genera con el cambio de gobierno, cobra mayor relevancia la orientación de las empresas hacia el mercado externo, en la percepción de que es una manera de expandir sus mercados y sortear las crisis económicas que frecuentemente tienen lugar en Argentina. En esta estrategia adquiere importancia el establecimiento de una serie de relaciones con actores del mundo de los negocios de Estados Unidos. La experiencia asociativa se comienza a percibir más claramente como una organización que propicia y apoya nuevos negocios para sus socios, facilitando contactos (capital social), respaldo (capital simbólico) y conocimientos.

Por otra parte, durante la segunda etapa, la intención de desarrollar proyectos que impliquen la inversión de fondos privados y la colaboración entre las empresas, a diferencia de la primera etapa en la cual los proyectos adoptaron un carácter individual, parece evidenciar una complejización de la relación asociativa aunque la misma continúa bajo el liderazgo de los actores académicos. Asimismo, la movilización de recursos económicos estaría dando cuenta de un compromiso mayor con los propósitos de la red. En este sentido se puede hacer referencia a un CAPP cuyos resultados están en sintonía con las expectativas que se habían planteado desde la política pública, en particular en lo relativo a aumentar el financiamiento privado en I+D y fortalecer las relaciones entre los actores.

Duración de la experiencia y construcción de confianza.

En relación con lo anterior, otro elemento del análisis lo constituye la duración de la experiencia, ya que se trata de una articulación que lleva aproximadamente diez años. Como se mencionó previamente, la duración de los procesos de construcción de redes de conocimiento es un aspecto importante de la dinámica de las mismas, ya que su construcción suele implicar procesos de aprendizaje de largo plazo, mediante los cuales los actores se conocen, entienden sus intereses y generan la confianza sobre la cual se establece la interacción. En la medida que los proyectos iniciales tienen resultados acordes con la expectativa de los involucrados, se afianza la confianza y se pueden

generar nuevas interacciones que implican proyectos más complejos (Casas, 2002). Si bien en este caso no existía una trayectoria de colaboración previa entre los actores académicos y los empresarios, se postula que durante la primera etapa de la experiencia se construye una confianza, entendimiento y compromiso entre las partes que da lugar a una segunda etapa de la experiencia asociativa sin el incentivo de los fondos públicos. La confianza parece haberse generado no solo entre los investigadores y los empresarios, sino también entre los empresarios, lo cual se refleja en la realización de proyectos de colaboración exclusivamente entre los mismos. Probablemente, en el inicio de la experiencia, predominó una confianza basada en el prestigio – relativa a las percepciones acerca de las capacidades y competencias de los participantes- y una confianza de tipo estratégica – referida a la expectativa de los beneficios mutuos que puede generar la relación-, y con el avance de la misma se desplegó una confianza de tipo normativa, relativa a las creencias y valores compartidos (Luna, 2003).

La política pública: el contexto que incentiva la cooperación.

Uno de los objetivos que nos planteamos en esta investigación es comprender el rol que desempeñó el gobierno y la política pública en el surgimiento y trayectoria de la experiencia asociativa. Entendemos que, en este caso, el sector público funcionó como un incentivo para la cooperación en el marco de una política de apoyo a la asociatividad público privada para el desarrollo de capacidades específicas, y en este sentido abrió una "ventana de oportunidad" para que esta experiencia tuviera lugar.

El FONARSEC y los FS surgen con el antecedente de una serie de instrumentos que habían comenzado a apoyar la cooperación público privada bajo un esquema de priorización de sectores considerados estratégicos. No obstante, la evaluación que predominó sobre las experiencias surgidas a raíz de los mencionados instrumentos fue que los actores académicos y productivos no se salían de sus patrones originales de comportamiento y que la articulación entre las partes resultaba escasa. En este contexto se vislumbra la necesidad de contar con nuevos instrumentos que refuercen el carácter asociativo de la vinculación. A nivel internacional, por otra parte, estaban teniendo lugar distintas experiencias de instrumentos orientados a apoyar la asociatividad público privada. Para los países de América Latina, la experiencia brasilera funcionó como una referencia, si bien en el país vecino el financiamiento para los Fondos Sectoriales

provino de los propios sectores productivos, a través de impuestos, licencias y contribuciones de empresas beneficiadas por incentivos fiscales (Invernizzi, 2003).

En Argentina, los FS se ponen en marcha a través de préstamos del BID y el BIRF -lo cual supuso un proceso de negociación entre las partes- y en el marco de un proceso denominado de "planificación *express*", dada la ausencia de resultados de planificación previos y la necesidad de adecuarse a los plazos estipulados para la ejecución de los fondos. Los FS son posiblemente el instrumento más consistente que se haya diseñado para apoyar la asociatividad público privada en Argentina, el cual no obstante se discontinúa luego de las primeras convocatorias, dada la dependencia del financiamiento externo. Las novedades que el mismo introduce son la definición de capacidades concretas a ser apoyadas en cada convocatoria, la exigencia de un financiamiento privado de contraparte -fundado en el supuesto de que el financiamiento público puede impulsar la inversión privada en I+D- y la formalización de la cooperación mediante la figura del CAPP. Se esperaba con este instrumento mejorar la vinculación entre el sector científico y el sector productivo, aumentar la inversión privada en I+D y mejorar las capacidades en ciertos sectores y tecnologías.

Definición de prioridades: entre la relevancia y la factibilidad.

El análisis del caso nos permitió adentrarnos en la forma en que se construye la identificación de capacidades, sectores y tecnologías en las que se decide focalizar los esfuerzos de la política CTI. La focalización refiere a una serie de valoraciones y decisiones relativas a criterios, estrategias, fuentes de información y actores que participan de estas instancias. Coincidimos con Carrizo (2019) que "tomar prestados" sectores y tecnologías estratégicas de otros países no resulta consistente con una estrategia de desarrollo sustentable, ya que la focalización de esfuerzos debería adecuarse a las características particulares del entramado productivo y social local.

En la definición de prioridades para las convocatorias a FS estuvo implicada no solo una percepción relativa a la relevancia de la capacidad que se esperaba apoyar, sino también una percepción sobre la factibilidad de concretar los proyectos, dada la envergadura del financiamiento involucrado. El proceso de "exploración de factibilidad" al cual hicimos referencia implicó ahondar en el estado del conocimiento para cada sector y tecnología, el interés y las posibilidades de los actores en asociarse y las posibilidades de concretar los proyectos, en un proceso que supuso la realización de consultas cruzadas entre distintos actores potencialmente implicados en la etapa de

implementación de la política. En esta evaluación estuvo involucrado el conocimiento y las valoraciones que ciertos funcionarios del MINCYT habían construido sobre los destinatarios de la política.

En el caso de la convocatoria a TICs del año 2010 parece evidenciarse que los actores académicos que impulsan el surgimiento del CAPP Tecnópolis del Sur habían sido identificados como un grupo con las capacidades necesarias para llevar adelante un proyecto FS, participan del ejercicio de prospectiva abierto por el MINCYT, colaboran en la definición de la Microelectrónica como un área en la cual es deseable que la Argentina se especialice y aportan su visión respecto de la forma en que la misma es factible en el país. A raíz de la decisión de incluir a la Microelectrónica como un Área Prioritaria, tanto en el Plan Bicentenario 2006-2010 como en el *Libro Blanco de la Prospectiva TIC*, se financian el conjunto de proyectos antes mencionados, entre ellos, Tecnópolis del Sur. Queda pendiente para futuras indagaciones avanzar en el conocimiento que se manejaba acerca de las posibilidades e intenciones de la industria local de incorporar la mencionada capacidad. Como se señaló previamente, no todos los proyectos de I+D que se llevaron adelante en el marco de Tecnópolis del Sur implicaron desarrollar estrategias orientadas al diseño y encapsulado de CIs, sino que se vieron involucrados asimismo otras especialidades y habilidades.

La política pública: ventanas que se abren y se cierran.

Si bien la política funcionó como un incentivo y abrió una ventana de oportunidad para que tuviera lugar la experiencia asociativa, limitó asimismo el accionar de los actores, dada la falta de coordinación y discontinuidad de las políticas, lo cual es una forma más en la que se expresa la ausencia de un Sistema de Innovación en Argentina. La desarticulación a nivel interministerial quedó evidenciada en el proyecto de diseñar localmente un CI para aplicaciones multimedia, que se interrumpe no por una cuestión de índole tecnológica, sino por la falta de acuerdo entre los Ministerios que tenían a su cargo este emprendimiento. Si bien el proyecto avanza y comienzan a acumularse una serie de capacidades, queda desarticulado por falta de cooperación entre Ministerios pertenecientes a una misma gestión política, en un contexto de revalorización de la ciencia y la tecnología como estrategia de desarrollo. El gobierno local, por su parte, desempeñó un papel secundario en la promoción de esta experiencia, salvo por la breve experiencia de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología, la cual a su vez fue

propiciada –y en buena medida gestionada- por los mismos investigadores que impulsaron Tecnópolis del Sur. Esta Agencia no recibió apoyo de otros estamentos del Estado, ni siquiera del Ministerio de la Producción Ciencia y Tecnología provincial, ámbito que se encontraba a cargo del ex intendente de Bahía Blanca, quien había creado la Agencia Municipal. Esta situación transcurre en un momento en el cual, desde el gobierno provincial, se estaba intentando jerarquizar el área de Ciencia y Tecnología, en parte con la creación de la Subsecretaría de Ciencia y Tecnología dentro del mencionado Ministerio.

Otro ejemplo de cómo la política funciona como un incentivo para la cooperación a la vez que establece una serie de condiciones y limitaciones, se encuentra en la exigencia de un financiamiento privado de contraparte y el requisito de que el financiamiento público no se pueda utilizar para disponer de infraestructura. Estas exigencias influyeron en que, en el armado de la propuesta ante el FONARSEC, se incluya a la Zona Franca como miembro del CAPP, la cual podía aportar tanto financiamiento de contraparte como un espacio físico para que funcione el PCT. Finalmente, el espacio destinado a Tecnópolis del Sur no puede utilizarse de la manera prevista originalmente –dado que la reglamentación de la Zona Franca no permitía el esquema que se había previsto para la utilización de los equipos y la fabricación de prototipos- y hay una imposibilidad de parte de los distintos estamentos del Estado de resolver este conflicto que termina comprometiendo la mitad del plan original.

Si bien se ha señalado la importancia de la intervención del Estado en ciencia y tecnología no solo para corregir las “fallas de mercado” sino también en lo relativo a un Estado que lidera, demanda, crea mercados y oportunidades (Mazzucato, 2011), lo mencionado previamente exhibe en un nivel micro las limitaciones de los gobiernos, en sus distintos niveles, para establecer relaciones de cooperación entre sí y sostener políticas y compromisos en el mediano y largo plazo. Estas dificultades reducen su capacidad para constituirse en actores relevantes en la conformación de espacios regionales de conocimiento (Casas, 2002; Casas, 2001), aún en un contexto de revalorización de las actividades de cooperación entre el sector científico y el sector productivo.

<u>Sobre las características del entorno socioeconómico e institucional local.</u>

Las características socioeconómicas e institucionales de Bahía Blanca y de la UNS tampoco parecen haber ofrecido un entorno sistémico al grupo asociativo Tecnópolis del Sur. En lo referido al ámbito local pudimos notar que, más allá de la presencia de diversas instituciones científicas y de organizaciones de apoyo a la producción de larga trayectoria, no se destaca una tradición de colaboración arraigada entre las instituciones ni entre las mismas y las empresas pyme. Por otra parte, según señalaron Alderete y Diez (2014) para las pymes manufactureras, tanto las características del producto fabricado como de su mercado objetivo no generan incentivos a favor del progreso técnico y las actividades de innovación. En este sentido, la demanda de conocimiento innovador no parece ser un factor relevante que explique el comportamiento de un amplio espectro de empresas locales. Por otra parte, la caracterización del entramado productivo local permitió notar que el proyecto de conformar un PCT en Bahía Blanca, específicamente en el área de Electrónica, no se fundamenta en una presencia significativa de empresas que se dediquen a la producción de componentes o al ensamblaje de productos electrónicos, sino en la transversalidad de la tecnología.

En lo relativo a la UNS, si bien se trata de una universidad cuya fortaleza se encuentra en la investigación -en particular en las ciencias exactas, naturales y las ingenierías- y en la formación de recursos humanos, no se destaca por incentivar y apoyar decisivamente experiencias de articulación con actores del entorno. Cuando los investigadores del GISSE deciden formar su empresa de base tecnológica, no contaron con un entorno institucional acorde, dado que no existía experiencia, normativa ni herramientas de apoyo para estas experiencias. La orientación de la universidad se corresponde asimismo con los criterios de los organismos científico-tecnológicos en lo que hace a la evaluación de la carrera del investigador, centrada principalmente en la producción científica.

El Parque Científico Tecnológico como modelo para la cooperación y la circulación del conocimiento.

Ante la pregunta por el lugar que ocupa el modelo de PCT en la configuración de espacios orientados a la circulación del conocimiento y el agregado de valor a la producción, podemos señalar que la planificación de un PCT respondió a la confianza que despierta este modelo como dinamizador de las relaciones entre el sector científico y el productivo, bajo el supuesto de que la proximidad física incentiva las interacciones, las actividades de innovación, la promoción de nuevas empresas de base tecnológica y

el desarrollo económico del entorno. Si bien en este caso no se logró conformar por el momento el PCT -no tuvo lugar la co presencia (Torre, 2008)- como estaba previsto originalmente, sí tuvieron lugar una serie de procesos de producción, circulación y uso del conocimiento orientados a mejorar la competitividad de las empresas, amparados en la proximidad organizacional y cognitiva.

La mitad de las empresas que entablaron una cooperación con los investigadores –durante el período 2011-2015- no se encontraban ubicadas en Bahía Blanca, lo cual, en el contexto de uso generalizado de las TICs, relativiza la importancia de la cercanía física y más aún de la co presencia entre los actores (Miao *et al*, 2015). Inclusive, estando la empresa en la misma ciudad, se recurrió en ciertos casos a la comunicación virtual con el magister para el desarrollo del proyecto de I+D. Si bien no se conformó el PCT, el modelo que adoptó la configuración asociativa remite al "Polo Tecnológico con estructura organizacional formal" según la clasificación de Medeiros (1990) y Medeiros *et al* (1992), en donde las empresas y las instituciones científico tecnológicas se encuentran dispersas en la ciudad pero existe una entidad coordinadora formal (proximidad organizacional) que promueve la integración entre los socios. Esta coordinación sigue recayendo en la actualidad en los actores académicos.

El establecimiento de un PCT o PT posiciona a una ciudad, universidad o a una tecnología de manera diferencial con respecto a otras. Quedan asociadas, al menos simbólicamente, al desarrollo de actividades innovadoras e intensivas en conocimiento y podría - en el caso de las ciudades o regiones- posicionarlas de mejor manera frente a la posibilidad de que se radiquen nuevas empresas e inversiones. No obstante, la reunión de instituciones de ciencia y tecnología y empresas en un PCT no necesariamente deriva en actividades de intercambio de conocimiento, mientras que las mismas pueden tener lugar aún entre actores geográficamente distantes. En este sentido se ha señalado que la evidencia respecto de las posibilidades del PCT de generar los efectos supuestamente derivados no es concluyente. La trayectoria de los PCTs parece estar relacionada con una serie de condiciones, entre ellas: la implicación y apoyo de distintos actores del entorno (empresas y organizaciones de apoyo a la producción, gobiernos en sus distintos niveles y organizaciones del sector científico, entre otros), un tejido productivo con posibilidades e intención real de comprometerse en actividades de I+D, mecanismos orientados a establecer y sostener la colaboración, una adecuada infraestructura científico tecnológica y una inversión de capital. Más allá de la

infraestructura científico tecnológica, no resulta tan evidente para el caso analizado la presencia del resto de las condiciones.

Las particularidades del contexto local en el diseño y concepción de la política.

Como hemos intentado señalar, lejos de desplegarse en un marco sistémico, la experiencia asociativa tuvo lugar en el contexto de una serie de condicionamientos políticos, institucionales y socioproductivos. Entendemos que la misma funcionó –con sus limitaciones- en buena medida por el lugar que ocuparon los actores académicos, quienes asumieron una diversidad de roles y compromisos. Los mismos aprenden y perfeccionan una serie de habilidades (*know how*) que les permite desempeñarse como gestores del conocimiento, empresarios e interlocutores de la política pública. En este sentido, hemos recuperado el concepto de "científico emprendedor" (Audrestch y Kayalar-Erdem, 2004; Morales Gualdrón, 2008) y "científico estrella" (Zucker y Darby, 1996, 2006) para referirnos a las características personales de los investigadores, sus motivaciones y habilidades, si bien entendemos que estos conceptos fueron elaborados para otros contextos socioeconómicos e institucionales, signados por esquemas de incentivos y expectativas distintos. En este sentido nos queda pendiente para futuras investigaciones realizar mayores esfuerzos por repensarlos a la luz de las dinámicas locales.

En relación el liderazgo que asumieron y continúan desempeñando los actores académicos, pudimos notar cierta desconexión entre el rol proactivo que se esperaba del sector productivo desde la política pública y el que finalmente asume en el caso que abordamos. En la expectativa que se construye desde la política pública, el sector productivo no solo invierte en I+D sino que también define en conjunto con actores académicos "los cursos de acción deseables y factibles que dependen de la investigación, el desarrollo y la innovación para concretar los objetivos de crecimiento, competitividad y sustentabilidad de corto, mediano y largo plazo de su sector de incumbencia" (MINCYT, 2010, P. 2). La expectativa relativa al compromiso que los empresarios asumirían ¿se debe a que los hacedores de política pública desconocen las posibilidades, motivaciones y limitaciones de los empresarios a la hora de entablar relaciones de cooperación con los miembros del sector científico? Mientras que pudo haber predominado un entusiasmo (¿excesivo?), en sintonía con el clima de época, este no parece ser el caso. Si bien es un interrogante en el cual nos proponemos seguir indagando, postulamos de manera provisoria que esta desconexión se sustenta en ciertas

rigideces de las políticas CTI, dada por marcos teóricos y financiamiento exógeno, así como también por la necesidad de exhibir resultados, propia de la gestión pública. Entendemos que, si bien en la concepción de los FS se realizaron ciertos esfuerzos para diagramar una configuración acorde al entorno local, en la concepción de futuras políticas cabría redoblar los mismos para reflejar de manera más ajustada el entorno desarticulado en el cual se intenta promover la cooperación entre el sector científico y el productivo.

Un momento en el cual se pone de manifiesto este interjuego entre autonomía y dependencia en la política CTI refiere a las negociaciones que se establecieron con el BID y el BIRF. Como se mencionó previamente, en Argentina el financiamiento para los FS provino de préstamos otorgados por organismos internacionales. Este financiamiento permitió poner en marcha el instrumento y financiar las primeras convocatorias del mismo, luego de las cuales el instrumento se discontinúa. Uno de los elementos que desde los organismos internacionales se pretendía instalar en la gestión de los FS, era una clara separación entre el ámbito político y el ámbito técnico. Ejemplo de esto es la expectativa, desde el BIRF, de que la consultora (que representaba el ámbito del saber experto) entregue a los funcionarios un "paquete cerrado" con las prioridades que iban a ser apoyadas desde la convocatoria. Los funcionarios que estuvieron involucrados en la puesta en marcha del instrumento mantuvieron una visión crítica respecto de las exigencias que traían los bancos y adoptaron una actitud más bien pragmática respecto de las mismas, entendiendo que este financiamiento constituía una herramienta que debía ser aprovechada de la mejor manera posible. Si bien el trabajo de la consultora fue contemplado en la definición de las líneas de la convocatoria, no se consideró como un producto terminado, sino que se utilizaron otras fuentes de información y conocimiento -como el ejercicio de prospectiva que organizó el MINCYT en 2008 y las consultas que llevaron adelante funcionarios del MINCYT a distintos actores- para llegar a la definición de las líneas de la convocatoria.

Microelectrónica en Argentina: oportunidades y limitaciones.

Finalmente, una de las particularidades del caso que abordamos fue que nos permitió reconocer una serie de estrategias relativamente recientes orientadas a promover la especialización en Microelectrónica en Argentina. Además de Tecnópolis del Sur, cabe mencionar la Escuela Argentina de Micro y Nano Electrónica, el centro de Micro y

Nano Electrónica del Bicentenario (INTI), las actividades de I+D financiadas por la ANPCYT y el proyecto de Unitec Blue de establecer una fábrica de CIs. Salvo esta última experiencia, fueron actores del sector científico y tecnológico -miembros del GISSE y del CITEI (INTI) en particular- quienes tuvieron un rol protagónico en esta iniciativa, sobre la idea de que es estratégico para el país tener capacidades de diseño en Microelectrónica y que es una especialización posible en Argentina, inclusive más redituable que el desarrollo de *software.* Los mencionados actores lograron interesar a ciertos funcionarios, y este supuesto logró trascender al ámbito de la política pública, si bien de manera incipiente y sin una articulación más amplia con otros sectores y actores, como lo podría haber sido el sector satelital o el agrícola ganadero.

Previamente notamos que no hay indicios de que se haya implementado en Argentina una política orientada a promover la especialización en Microelectrónica, salvo la breve experiencia del CENICE, sustentada en las Plantas Piloto de Circuitos Híbridos y de Procesamiento de Semiconductores que tuvieron lugar en CITEFA. La demanda del sector productivo tampoco parece haber sido relevante para la estructuración del campo.

Si bien los determinantes que operan en la industria microelectrónica parecen constituirse, a simple vista, en obstáculos insalvables para que esta actividad tenga lugar en un país como Argentina, la paulatina separación entre el diseño y la fabricación de CIs y la inversión de capital que demanda el diseño frente a la fabricación, fundamenta que se vislumbren posibilidades en este eslabón de la cadena. En efecto, hay en Argentina dos empresas, Clariphy y Allegro Microsystems, filiales de compañías norteamericanas, que se dedican a esta actividad. La creación de la Escuela Argentina de Micro y Nano Electrónica y el Centro de Micro y Nano Electrónica del Bicentenario, cuyo funcionamiento se proyectaba como una *desing house,* fueron esfuerzos que se dirigían en este sentido.

A pesar de que las iniciativas desde la política para apoyar esta especialización han sido tímidas y poco articuladas dentro de una estrategia y colaboración más amplia, existen en distintos puntos del país grupos con capacidades para el diseño, que habilitan la producción de soluciones adaptadas a necesidades específicas para un amplio espectro de aplicaciones.

<u>Dimensiones involucradas en un análisis tendiente a la especialización en Microelectrónica.</u>

A lo largo de este trabajo se han podido identificar preliminarmente ciertos elementos involucrados en un análisis relativo a la especialización en Microelectrónica. 1) Por un lado, la etapa de la que se pretende participar (diseño, *front end, back end*). Como se mencionó previamente, la etapa de la fabricación (y en particular en los nodos más avanzados) se encuentra reservada para muy pocas empresas globales que pueden sostener el ritmo de la inversión. Estas fábricas demandan miles de millones de dólares, mientras que a los pocos años quedan opacadas por otras que fabrican con mayor nivel de integración. En cambio, la etapa del diseño resulta más accesible ya que requiere de recursos financieros en otra escala. Asimismo, contar con capacidad para hacer diseño permite desarrollar localmente tecnología Microelectrónica adaptada a necesidades específicas. 2) Otra definición refiere a orientarse al consumo masivo o a un nicho de mercado. Si se apunta a un mercado masivo, CIs para celulares por ejemplo, en general el costo del desarrollo y el tiempo en que el producto permanece en el mercado, cobran mayor relevancia que si se trata de un nicho, por ejemplo Microelectrónica para satélites, en donde más que el costo, lo decisivo es que el CI permita la realización de ciertas funciones específicas y que soporte las condiciones a las que se expone un satélite, producto de por sí costoso. 3) En relación al punto anterior, para un mercado masivo, cabe preguntarse asimismo de qué manera se asegura un mercado que justifique la inversión. 4) Otra dimensión refiere a orientarse a tecnología de punta, con el mayor nivel de miniaturización e integración posible, o a una de las generaciones más antiguas. En este punto cabe reconocer que gran parte de los dispositivos electrónicos funcionan con tecnología proveniente de generaciones antiguas. Esta era la orientación que se pretendía seguir desde Unitec Blue. 5) Otro aspecto, relacionado con todos los puntos anteriores, es el nivel de inversión que requiere la especialización en cada una de las etapas. 6) Finalmente, cabría identificar para qué sectores y actores puede resultar decisiva esta capacidad, sobre qué esquema de compromisos y alianzas se puede sustentar la especialización y de qué depende que la misma se sostenga en el tiempo.

Referencias bibliográficas

Adler, E. (1988) State institutions, ideology, and autonomous technological development: computers and nuclear energy in Argentina y Brazil. Latin American research review. Vol. 23, nº 2.

Aggio, C. *et al*. (2014): Asociatividad para la innovación con alto impacto sectorial. Congruencia de objetivos entre las áreas programática y operativa de los Fondos Sectoriales. Buenos Aires, Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Aguiar, D., Aristimuño, F. y Magrín, N. (2015). El rol del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en la re-configuración de las instituciones y políticas de fomento a la ciencia, la tecnología y la innovación de la Argentina (1993-1999). Revista CTS, nº 29, vol. 10, Mayo de 2015 ,11-40.

Aguilar Villanueva, L. F. (1992) *La hechura de las políticas*, México, Librero Editor.

Aguilar, L. F. (1996). *Problemas públicos y agenda de gobierno*. México: Porrúa.

Aguilar, L. F. (2009). Marco para el análisis de las políticas públicas. En F. Mariñez y V. Garza, *Política pública y democracia en América Latina: del análisis a la implementación*. México, Porrúa.

Albornoz, M. (1992) Parques tecnológicos en Argentina: estrategia gradual. Innovations Technologiques et mutations industrielles en Amerique Latine. Éditions de l'IHEAL. Disponible en https://books.openedition.org/iheal/866

Albornoz, M. (2007), "Los problemas de la ciencia y el poder", en: *CTS - Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, vol.3, n.8, pp. 47-65.

Albornoz, M. y Gordon, A. (2011) La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983 – 2009), en Mario Albornoz y Jesús Sebastián (Eds.) *Trayectorias de las políticas científicas y universitarias de Argentina y España*, CSIC, Madrid, 2011.

Alderete, M. V. y Diez, J. I. (2014) Innovación para la competitividad territorial. Un análisis de las Pymes industriales de Bahía Blanca. Líder: revista labor interdisciplinaria de desarrollo regional, Nº. 25, págs. 35-69.

Alonso, L. E. (1998) *La mirada cualitativa en sociología*, Madrid, Ed. Fundamentos.

Angelelli, P. (2011). Características y evolución de la Agencia Nacional de Promoción Cientíica y Tecnológica. En F. Porta y G. Lugones (Eds.), *Investigación científica e Innovación tecnológica en Argentina* (pp. 67-80). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes

Anlló, G. y Peirano, F. (2005), “Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el MERCOSUR: análisis y reflexiones a partir de los casos de Argentina y Uruguay”, en Serie Estudios y Perspectivas de la Oficina de CEPAL en Buenos Aires, N° 22.

Appold, S. (2004) Research Parks and the Location of Industrial Research Laboratories: An Analysis of the Effectiveness of a Policy Intervention. *Research Policy*, 33: 225–243.

Arcodaci, A. (1996) Programa de Investigación y Desarrollo del Complejo Petroquímico Bahía Blanca, República Argentina. Una experiencia de interacción Industria - Universidad para el Desarrollo. Texto de las presentaciones realizadas en Bucaramanga, Colombia los días 26 y 27 de agosto de 1996, en el marco del programa de Cooperación Horizontal del Ministerio de Relaciones Exteriores, Culto y Comercio Exterior de la República Argentina. Disponible en: http://www.ambiente-ecologico.com/revist46/bahia46.htm

Aristimuño F. y Aguiar D. (2015) Construcción de las políticas de ciencia y tecnología en la Argentina (1989-1999) Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, 21(41), junio, 41-80.

Arocena R. y Sutz J. (2001) Mirando los Sistemas Nacionales de Innovación desde el Sur, en Sala de Lectura CTS+I, Organización de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura. Disponible en http://www.oei.es/salactsi/sutzarcena.htm

Audretsch, D., & Kayalar-Erdem, D. (2004). Determinants of scientist entrepreneurship: An integrative research agenda. *Discussion papers on entrepreneurship, growth and public policy*, No. 2004-42, Max Planck Institute of economics, group for entrepreneurship, growth and public policy.

Baladron M. (2019) El Plan "Argentina Conectada”. Una política de Estado desde la infraestructura de comunicaciones. *Ciencia, tecnología y política*, *2*(2), 017.

Benko, G. (1998) El impacto de los tecnopolos en el desarrollo regional: Una revisión crítica. *EURE Santiago*, *24*(73), 55-80.

Bisang, R. (2005), Economía y tecnología. Enfoques y políticas, Documento de trabajo, LITTEC, UNGS.

Blazquiz, G. y Aguiar, D. (2017) Políticas tecnológicas y democracia. Análisis de las políticas de informática durante el gobierno de Alfonsín (1984-1989). VI Jornadas de Historia de la Industria y los Servicios. Buenos Aires, 2 al 4 de agosto de 2017

Boschma, R. (2005) Proximity and Innovation: A Critical Assesment, Regional Studies, Vol. 39, pp. 61–74.

Bourdieu, P. (1994): "El campo científico" Revista Redes Nº 2, vol. 1

Bracamonte, L. y Cernadas, M. (2018) La sociedad bahiense: evolución poblacional, movimientos inmigratorios y formas de sociabilidad. En *Bahía Blanca siglo XX: Historia política, económica y sociocultural.* Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur. EdiUNS.

Breschi, S. y Malerba, F. (1997) Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries", in C Edquist (ed.), Systems Of Innovation: Technologies, Institutions, And Organizations**,** Pinter, London s. 130-56.

Brignole, E. A. (2015) *La invención del PLAPIQUI*. Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur. EdiUNS.

Britto, F. A. y Lugones, G. E. (2020) *Bases y determinantes para una colaboración exitosa entre ciencia y producción.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires, CIECTI.

Buschini, J. y Di Bello, M. E. (2014). Emergencia de las políticas de vinculación entre el sector científico-académico y el sector productivo en la argentina (1983-1990). *REDES*, 139-158.

Bush, V. (1999), "Ciencia, la frontera sin fin. Un informe al Presidente, julio de 1945", en: *Redes*, Editorial de la UNQ, Buenos Aires, p. 89.

Cámara de Diputados de la Nación (2013) Ley Declarando a la ciudad de Bahía Blanca Capital Nacional del Chip.

Carrizo, E. (2019). Políticas orientadas a misiones, ¿son posibles en la Argentina? *Ciencia, tecnología Y política*, *2*(3), 027.

Carrizo, E. (2020) El Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología, En Thomas y Juarez (Coord.) *Tecnologías públicas. Estrategias políticas para el desarrollo inclusivo* sustentable, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

Casas, R. (2001) "El enfoque de redes y flujos de conocimiento en el análisis de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad". *Revista Kairos*. Año 5, Nº 8. pp. 1-17.

Casas, R. (2002) Redes regionales de conocimiento en México. Revista Comercio Exterior. Vol.52, Num. 6.

Casas, R. (coord.) (2001): La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México, México D. F., Anthropos / Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.

Cassiolato, J, H., Lastres and M. L. Maciel (eds.) (2003), *Systems of Innovation and Development Evidence from Brazil*, Cheltenham, UK: Edward Elgar.

Castells, M. (1997) *La era de la información, Tomo I, La Sociedad Red,* México DF, Siglo XXI.

Castells, M. y Peter H. (1994) *Las tecnópolis del mundo: la formación de los complejos industriales del siglo XXI.* Madrid, España: Alianza Editorial.

Castro Martínez, E. y Vega Jurado, J. (2009) Las relaciones universidad-entorno socioeconómico en el Espacio Iberoamericano del Conocimiento, Revista

Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, vol. 4, núm. 12, abril, 2009, pp. 71- 81.

Cernadas, M. (Comp) (2006). *Universidad Nacional del Sur: 1956-2006.* Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur Ediuns.

Charles, D., Hayward, S. y Thomas, D. (1995), "Science parks and regional technology strategies", en *Industry and Higher Education*. 9(6), pp. 332-339.

Cianci, L. J. (2011) El papel de la industria electrónica en el proceso de desarrollo argentino. Tesis. Facultad de Ingeniería. Universidad de Buenos Aires. Disponible en http://cyt.rec.uba.ar/piubad/SiteAssets/Documentos%20del%20sitio/_%20M%C3%A1s%20archivos/2011%20_%20FIUBA%20_%20Industria%20Electr%C3%B3nica%20%28tesis%29.pdf

Clark B., (1998), *Creating Entrepreneurial Universities: Organisational Pathways of Transformation*, Oxford, International Association of Universities/Elsevier Science

Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1990). "Absorptive-Capacity - A New Perspective on Learning and Innovation". Administrative Science Quarterly, Vol. 35, Nº 1, p. 128-152.

Colombo, M. y M. Delmastro. 2002. "How Effective are Technology Incubators? Evidence from Italy." *Research Policy*, 31: 1103–1122.

Cooke, P. y Memedovic, O. (2003). Strategies for Regional Innovation Systems: Learning Transfer and Applications. Vienna: UNIDO Policy Papers.

Cortes, L. A. (1998) Presente y futuro de la microelectrónica. Ingeniería e investigación. Nº 41, pp. 64-67.

Costantini, F. y Chaz, E. H. (2018) El progreso en cuestión: sectores productivos, política económica y conflictividad social. En *Bahía Blanca siglo XX: Historia política, económica y sociocultural.* Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur. EdiUNS.

Crespi, G., Dutrénit, G. (2013). Introducción. En G. Crespi y G. Dutrénit (Eds.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo. La experiencia latinoamericana* (pp.7-19). México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico y LALICS.

De Alto, B. P. (2013) *Autonomía Tecnológica. La audacia de la División Electrónica de Fate.* Buenos Aires, Ediciones CICCUS, Exi2 y UTN-Facultad Regional General Pacheco.

Del Bello, J. C. (2014). Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico. En Rivas, G. y Rovira, S. (Eds.). *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina*. Cuaderno de trabajo. CEPAL.

Di Bello, M. E. (2013) Una ciencia que sirva ¿a quién? La construcción de la utilidad social de conocimientos científicos: grupos de investigación académicos y problemas sociales. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Buenos Aires.

Di Bello, M. E., Romero, L. A., Soca, F. A., & Sánchez Macchioli, P. G. (2020). Gestión y conceptualización de las interacciones con el entorno en universidades argentinas. *Ciencia y Educación, 4*(3), 7-25.

Diez, J. I. (2010) *Desarrollo endógeno en Bahía Blanca: empresas, organizaciones y políticas públicas*, Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur.

Diez, J. I. (2016) Organizaciones, redes y desarrollo económico en ciudades medias. El caso de Bahía Blanca Argentina. Revista Región y Sociedad, nº 67, p. 277- 313.

Diez, J., y Pasciaroni, C. (2018). Análisis del sistema productivo de Bahía Blanca desde una mirada histórica. Trayectoria, estado actual y perspectivas. *H-Industri@: Revista De Historia De La Industria, Los Servicios Y Las Empresas En América Latina*, (22), 71-94.

Dimitru, A. E. (2013) Diseño y fabricación en Argentina de un chip de alta complejidad. Revista Coordenadas, Año XXVII, nº 94, p. 10-14.

Doloreux, D. (2002) What We Should Know about Regional Systems of Innovation. *Technology in Society*, 24: 243–263.

Dutrenit G. (2009) Sistemas regionales de innovación: un espacio para el desarrollo de las pymes. El caso de la industria de maquinados industriales. Primera edición. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Dutrenit, G. y Sutz, J. (2013), *Sistemas de Innovación para un desarrollo inclusivo, la experiencia Latinoamericana*. Mexico: lalics y Foro Cientifico y Tecnologico.

Dutrénit, G., Capdeville, M., Corona, J., Puchet, M., Santiago, F., & Vera-Cruz, A., (2010), *El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, Políticas, Desempeño y Desafíos*, UAM-X/ Textual: Mexico.

Edquist, C. & Johnson, B. (1997). Institutions and Organisations in Systems of Innovation. En Edquist, C. (Ed.). Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations. Londres y Washington: Pinter/Cassell Academic

Edquist, C. (2001) Systems of Innovation for Development (SID). Background Paper for Chapter I: "Competitiveness, Innovation and Learning: Analytical Framework" for the UNIDO World Industrial Development Report (WIDR).

Edquist, Charles (ed.) (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organization*. Londres: Pinter.

Elzinga, A. y Jamison, A. (1996), El cambio de las agendas políticas en ciencia y tecnología, en: *Zona Abierta* N°75/76, Madrid.

Emiliozzi, S. (2020) Un caso paradigmático de política sectorial en ciencia, tecnología e innovación: los fondos de apoyo al desarrollo científico y tecnológico de Brasil. En *Políticas de ciencia, tecnología e Innovación. La emergencia de los instrumentos*

sectoriales en Argentina y Brasil. Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento

Feld, A. (2015) *Ciencia y política(s) en la Argentina, 1943-1983,* Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

Fernández de Lucio, I. y otros (2000) Las relaciones universidad-empresa: entre la trasferencia de resultados y el aprendizaje regional. Revista Espacios, vol. 21, nº 2, pp. 127-47.

Finquelievich, S., Feldman, P. y Girolimo, U. (2018) ¿En busca de la innovación socio-tecnológica? Una mirada sobre los actores de la innovación en la ciudad de Bahía Blanca. Revista CTS, nº 39, vol. 13, Octubre de 2018 (pág. 85-110).

Franz, P. (1998), "Difering development paths of technology and innovation centres in East Germany", en *Proceedings of the International Conference on Technology Policy and Innovation*, Lisboa, Instituto Superior Técnico, vol. 2, pp. 22.2.1-22.2.8.

Franzoni, C y Lissoni, F. (2006) *Academic entrepreneurship, patents and spinoffs: critical issues and lessons for Europe*. Centro di Ricerca sui Processi di Innovazione e Internazionalizzazione CESPRI, Università Commerciale "Luigi Bocconi". Working Paper No. 80.

Freeman, C. (1987) *Technology, policy and economic performance: lessons from Japan,* London: Pinter Publishers.

Freeman, C. (1995) The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, vol. 19, n° 1, pp. 5-24.

Fukugawa, N. (2006) Science Parks in Japan and Their Value-Added Contributions to New Technologybased Firms. *International Journal of Industrial Organization*, 24: 381–400.

Giraldo Palacio, M. E. (2019) Políticas regionales de ciencia y tecnología: capacidades interactivas, redes y desarrollo territorial en dos parques tecno-científicos de México y Colombia. CIALC. Universidad Nacional Autónoma de México.

Gomes, E. (1999). Polos tecnológicos y promoción del desarrollo: ¿hecho o artefacto? Redes 6 (14), 177-216.

Hoeser, U. y Versino, M. (2006) "A diez años del inicio de la incubación de 'empresas de base tecnológica' en Argentina: balance de la evolución del fenómeno y análisis de experiencias recientes" *Redes*, v12, n 24, pp. 15-41.

Humphrey, J. y Schmitz, H. (2002). "How does insertion in global value chains affect upgrading industrial clusters?" *Regional Studies*, vol. 36, no 9,pp. 1017-1027.

Hurtado, D. (2010), *La ciencia argentina: un proyecto inconcluso: 1930-2000*, Edhasa, Buenos Aires.

Hurtado, D., Lugones, M. y Surtayeva, S. (2017) Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina. Revista CTS, nº 34, vol. 12, p. 65-93.

Iberchip (s/d) Folleto Cooperación Multinacional en el área de la Microelectrónica y Microsistemas de la Región Iberoamericana 1994- 1999.

Invernizzi, N. (2003) Ciencia y tecnología en transición. La herencia de la política científica y tecnológica del gobierno Cardoso y los desafíos del nuevo gobierno brasileño. Revista Theomai. Recuperado de http://revista-theomai.unq.edu.ar/numespecial2003/artInvernizzi%20numesp2003.htm

Jaime, F. M., Dufour, G., Alessandro M., Amaya, P. (2013) Introducción al análisis de políticas públicas. Florencio Varela, Buenos Aires: Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Johnson, B. H., & Lundvall, B-Å. (1994). Sistemas Nacionales de Innovacion y Aprendizaje Institucional. *Comercio Exterior, 44* (8), 695-704.

Joseph, A. 1989. "Technology Parks and their Contribution to the Development of Technology Oriented Complexes in Australia." *Environment and Planning C: Government and Policy*, 7: 173–192.

Julián, P. y Masson, F. (2017) *Tecnópolis del sur: Los cuatro primeros años.* Bahía Blanca, Editorial de la Universidad Nacional del Sur.

Katz, J. and Bercowitz, N. (1993), 'National Systems of Innovation supporting advance in industry. The case of Argentina', in Nelson, R. (Editor) *National Systems of Innovation. A Comparative Analysis*, New York: Oxford University Press.

Katz, Jorge M. (ed.) (1987). *Technology generation in Latin American manufacturing industries*. Londres: Springer.

Kingdon, J. W (2014) The Policy Window, and Joining the Streams. En *Agendas, Alternatives, and Public Policies*, Second edition, Harlow, Pearson Education Limited

Knorr Cetina, K. (1996) ¿Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia, Revista Redes nº 7, vol. 3.

Kramer, C. (2012) Industria Electrónica Argentina. Evolución y perspectivas. Voces en el Fénix, nº 16, p. 76-81.

Lavarello, P. y Mancini, M. (2017) “Política industrial y recuperación manufacturera en Argentina” en *Políticas industriales y tecnológicas en América Latina,* Cepal, Santiago de Chile, Noviembre 2017. Pgs 79-133.

Lindelöf, P. y Löfsten, H. (2003) Science Park Location and New Technology-Based Firms in Sweden: Implications for Strategy and Performance. *Small Business Economics*, 20: 245–258.

Lindelöf, P. y Löfsten, H. (2004) Proximity as a Resource Base for Competitive Advantage: University-Industry Links for Technology Transfer.” *Journal of Technology Transfer*, 29: 311–326.

López, A. (1998), La reciente literatura sobre la economía del cambio tecnológico y la innovación: una guía temática, I&D. Revista de Industria y Desarrollo, Año 1, N° 3, Buenos Aires, septiembre 1998.

López, A. (2007), *Desarrollo Económico y Sistema Nacional de Innovación en la Argentina,* Buenos Aires: Consejo Profesional de Ciencias Económicas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Luger, M. y H. Goldstein. 1991. *Technology in the Garden, Research Parks and Regional Economic Development*.Chapel Hill, NC: University of North Carolina Press.

Luna M. (2003): *Itinerarios del conocimiento: Formas, dinámicas y contenido. Un enfoque de redes,* Barcelona, Anthropos / Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.

Luna, M. y Velasco J. L. (2006): “Confianza y desempeño en las redes sociales”, *Revista Mexicana de Sociología*, 67, Nº 1, pp. 127-162.

Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter.

Lundvall, B. (1996), The Social Dimension of The Learning Economy, Working paper N° 96-1, DRUID.

Lundvall, B. (2005) National Innovation Systems – Analytical concept and development tool. Paper to be presented at the DRUID Tenth Anniversary Summer Conference 2005 on Dynamics of industry and innovation: organizations, networks and systems. Copenhagen, Denmark, June 27-29, 2005

Lundvall, B. y Lorenz, E. (2010) Innovación y desarrollo de competencias en la economía del aprendizaje. Implicaciones para las políticas de innovación. En Davide Parrilli (Coord.) Innovación y aprendizaje. Lecciones para el diseño de políticas. Zamudio, Innobasque.

Malerba, F. y Mani, S. (2009) Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries: Actors, Structure and Evolution, Cheltenham, Glos, UK & Northampton, Massachussets, USA: Edward Elgar Publishing Inc.

Malerba, F. y Mani, S. (2009). Sectoral Systems of Innovation and Developing Countries: Actors, Structure and Evolution. Cheltenham: Edward Elgar.

Manjarrés, L., Gutiérrez Gracia, A. y Vega Jurado, J. (2008) Coexistence of University-Industry Relationsand Academic Research: Barrier to or Incentive for Scientific Productivity», Scientometrics, vol. 76, nº 3, pp. 561-76.

Mártil de la Plaza, I. (2018) *Microelectrónica: La historia de la mayor revolución silenciosa del siglo XX*, Madrid, Ediciones Complutense.

Martínez Vidal, C. y Marí, M. (2002). La Escuela Latinoamericana de Pensamiento en Ciencia, Tecnología y Desarrollo. Revista REDES, Nº 19.

Massare, B. (2014) De los neumáticos a los chips: el rol de la I+D en el desarrollo de calculadoras y computadoras en la División de Electrónica de FATE (1969- 1982). En Memorias del III Simposio de Historia de la Informática de América Latina y el Caribe, 17 y 18 de Septiembre, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay.

Massey, D. B., Quintas P. y Wield D. (1992) *High-tech Fantasies: Science Parks in Society, Science, and Space*. London, UK: Routledge.

Masson, F., Mandolesi, P. y Julián, P. (2014) Creación de una empresa de base tecnológica. Revista Argentina de Ingeniería, nº 3-4, p. 25-30.

Mazzucatto, M. (2011), *El estado emprendedor*, RBA, Barcelona.

Medeiros, J. A. (1990), "As Novas tecnologías e a formação dos pólos tecnológicos brasileiros", San Pablo, IEA/USP, Estudos Avançados, Coleção Documentos, Serie Política Científica e Tecnológica, No. 5.

Medeiros, J. A. *et al*. (1992), *Pólos, parques e incubadoras: em busca da modernização e competitividade*, Brasilia, CNPq.

Mendizábal, N. (2006) Los componentes del diseño flexible en la investigación cualitativa. En Vasilachis de Gialdino, I. (*coord.*) *Estrategias de investigación cualitativa*, Buenos Aires, Gedisa.

Merton, R. (1997) La estructura normativa de la ciencia, en *La estructura normativa de la ciencia.* Madrid, Editorial Alianza.

Miao, J. T., Benneworth, P. and Phelps, N. (2015) Making 21st Century Knowledge Complexes: Technopoles of the world revisited. Routledge.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2006) Programa de Áreas Estratégicas. Programa de Modernización Tecnológica III. Bases de la Convocatoria a Ideas Proyecto. IP PAE 2006.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009) *Libro Blanco de la Prospectiva TICs. Proyecto 2020*. MINCYT, Buenos Aires.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2010) Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de Tecnología Informática y de las Comunicaciones FSTics-2010.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2015) *Hechos de Ciencia.* MINCYT, Buenos Aires.

Moldovan, P., Gordon, A. y Di Marzo, E. (2011) Estructura científica y perfil tecnoproductivo de la Argentina, en Porta y Lugones (Dir) Investigación científica e innovación tecnológica en Argentina, Bernal, Universidad Nacional de Quilmes.

Motta, J. y Moreno, H. (2020) La teoría moderna de la innovación y sus antecedentes en el pensamiento económico, en Suárez, Erbes y Barletta (comp.) *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos. Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje.* Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento; Madrid: Ediciones Complutense.

Nelson, R. (1993) *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford-Nueva York: Oxford University Press.

Nelson, R (1991) “Why Do Firms Differ, and How Does it Matter?” Strategic Management Journal, Vol. 12, Special Issue: Fundamental Research Issues in Strategy and Economics (Winter, 1991), pp. 61-74

OCDE (1996) “La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base”, Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia, Vol. III, N° 6.

OCDE (1999) Managing National Innovation Systems. Paris: OCDE.

OCDE (2004 a) Public- private partnership for research and innovation: an evaluation of the australian experience. Disponible en http://www.oecd.org/australia/25718007.pdf

OCDE (2004 b) Public- private partnership for research and innovation: an evaluation of the austrian experience. Disponible en http://www.oecd.org/austria/25717078.pdf

OCDE (2004 c) Public- private partnership for research and innovation: an evaluation of the dutch experience. Disponible en http://www.oecd.org/netherlands/25717044.pdf

OCDE (2004) Science, Technology and Industry Outlook. Disponible en http://www.oecd.org/science/inno/33998255.pdf

Ondátegui, J. (2000) *Parques científicos y tecnológicos: los nuevos espacios productivos del futuro*. Madrid, España: Universidad Complutense.

Orozco, J (2016) Sistemas de innovacion: las perspectivas regionales y sectoriales en Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación; compilado por Analía Erbes; Diana Suárez. - 1a ed. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Oszlak, O. y O’Donnell, G. (1995), “Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación”, *Redes N° 4*, 1995.

Pasciaroni, C., Preiss, O., y Hernández, J. (2014). Ciudades medias e innovación en la explotación de recursos naturales. *Región y sociedad*, *26*(59), 255-286.

Pavitt, K (1984) "Sectorial patterns of technical change: towards a taxonomy and a

theory", Research Policy, 13, pp. 343-373. Versión en español incluida en F. Chesnais y J. Neffa (comp.), Sistemas de innovación y política tecnológica, CEIL-PIETTE CONICET, Buenos Aires, 2003.

Pérez C. (1985) Microelectronics, Long Waves and World Structural Change: New Perspectives for Developing Countries. World Development, Vol. 13, No. 3, pp. 441-463.

Pérez Lindo, A. (1985) *Universidad, política y sociedad*. Buenos Aires, Eudeba.

Pérez, C. (2001) Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Seminario "La Teoría del Desarrollo en los Albores del Siglo XX. Evento conmemorativo del centenario del nacimiento de Don Raúl Prebisch. Santiago de Chile, 28 y 29 de agosto de 2001

Pérez, C. (2020) Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecnoeconómicos, en Suárez, Erbes y Barletta (comp.) *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos. Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje.* Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento; Madrid : Ediciones Complutense.

Perrone, G. y Santarcángelo, J. (2018) Restricción externa y la sustitución de importaciones en Argentina: análisis de la historia reciente. *Ensayos de Economía*, *28*(52), 31-61.

Perroux, F. (1963) Consideraciones en torno a la noción de polo de crecimiento. Revista Cuadernos de la Sociedad Venezolana de Planificación. Vol II. Nº 3-4. Caracas, Junio-Julio.

Phillimore, J. 1999. “Beyond the Linear Innovation in Science Park Evaluation: An Analysis of Western Australia Technology Park.” *Technovation*, 19: 673–680.

Porta, F. y Lugones, G. (2011). Investigación científica e Innovación tecnológica en Argentina. Impacto de los fondos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Bernal: Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.

Queipo, G. (2010) Industria electrónica en la Argentina: situación actual y perspectivas. Panorama Industrial. Mayo, 2010.

Rodríguez Pose, A. (2012) Los parques científicos y tecnológicos en América Latina: Un análisis de la situación actual. Banco Interamericano de Desarrollo: Washington, D.C.

Rosenberg, N. (1994) Incertidumbre y cambio tecnológico. Revista de Historia Industrial Nº 6.

Rovelli, L. I. (2011) Movilidad Académica, Lógicas Institucionales y Actividad Científica Un estudio sobre investigadores universitarios en las universidades nacionales de Quilmes, General Sarmiento y San Martín. Tesis de Doctorado. Universidad de Buenos Aires.

Ruffiex, B. (1987), “A comparison of prominent French Science Parks: Sophia-Antipolis and Meylan- Zirst”, ECPR Joint Session of Workshops, en *Workshop Politics and Technology*, Amsterdam.

Sábato, J. y Botana, N. (1970), “La ciencia y la tecnología en el desarrollo de América Latina”, Tiempo Latinoamericano, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 1970.

Sábato, Jorge. 2011 [1975]. "Empresas y fábricas de tecnología", pp. 309-342. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia*. Buenos Aires: MINCyT.

Salmi, J. (2009) *The challenge of establishing world-class universities*. Washington, DC: World Bank.

Santarcángelo, J. y Perrone, G. (2015). Desafíos y oportunidades del desarrollo de la elec-trónica de consumo en los países en desarrollo. Lecciones del caso argentino en 2003-2014. Revista Redes, 21(41), 2-29.

Sarthou, N. F. (2018). Los instrumentos de la Política en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Argentina reciente. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, *10*(18), 97-116.

Schlenker, V., Briozzo, A., y Mandolesi, P. (2016). Creación y desarrollo de la primer spin-off académica de la Universidad Nacional del Sur: caso ACUMINE S.A. En, C. Garrido-Noguera y D. García-Perez-de-Lema. (Coords.). *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica*, vol. 1 - Cap. 27, (pp. 327-337). Ciudad de México, México: UDUAL y la REDUE-ALCUE.

Schumpeter, J. (1996) *Capitalismo, socialismo y democracia.* Ediciones Folio: Barcelona. Parte Segunda.

Searle, C. (2006): "Academic capitalism and University Incentives for Faculty Entrepreneurship". *Journal of Technology Transfer*, Vol. 31, pp.227-239.

Siegel, D., P. Westhead y M. Wright (2001) Science Parks and the Performance of New Technology Based Firms: A Review of Recent UK Evidence and an Agenda for Future Research. *Small Business Economics*, 20: 177–184.

Siegel, D., P. Westhead y M. Wright (2003) Assessing the Impact of Science Parks on Research Productivity: Exploratory Firm-Level Evidence from the United Kingdom." *International Journal of Industrial Organization*, 21: 1357–1369.

Sommer, J. y Asociados (2009) Programa de Innovación Tecnológica en Sectores Productivos y Sociales. Informe Final.

Squicciarini, M. (2008) Science Parks' Tenants Versus Out-of-Park Firms: Who Innovates More? A Duration Model. *Journal of Technology Transfer*, 45–71.

Stake, R. (1998) *Investigación con estudio de casos*, Madrid, Ediciones Morata.

Suire Raphaël y Vicente Jérôme (2008) Théorie économique des clusters et management des réseaux d'entreprises innovantes, Revue française de gestion, 2008/4 (n° 184), p. 119-136.

Sunkel (1975) La universidad latinoamericana ante el avance científico y técnico: algunas reflexiones, en Sabato, J. A. (comp), El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia, Buenos Aires, Paidós.

Terneus Escudero, A., Borda, M., Marschoff, C. (2002), "¿Existe un Sistema Nacional de Innovación en Argentina?" Número 4 – Septiembre y Diciembre – Revista Electrónica de OEI.

Thomas, H.; Dagnino R.; Gomes E.; Davyt Amílcar (1997) Racionalidades de la interacción universidad-empresa en América Latina y el Caribe (1955-1995). Educación Superior y Sociedad. Vol. 8 p. 83 – 110.

Torre A. & Rallet, A. (2005). Proximity and localization. Regional Studies, 39 (1), 47-60.

Torre, A. & Wallet, F. (2014). The role of proximity relations in regional and territorial development processes. En: Torre, A. & Wallet, F. (ed.) Regional Development and Proximity Relations. New Horizons in Regional Science series.

Torre, A. (2008). On the Role Played by Temporary Geographical Proximity in Knowledge Transmission. Regional Studies, 42(6), 869-889.

Torre, A. y Gilly, J.P. (2000). On the analytical dimension of proximity dynamics. Regional Studies, 34, 169-180.

Tsamis, A. (2009) *Science and Technology Parks in the Less Favored Regions of Europe: An Evaluation of Their Performance and the Parameters of Success*. Londres: London School of Economics.

Universidad Nacional de La Plata (1998) Programa IV Workshop Iberchip. 11 al 13 de Marzo 1998. Mar del Plata, Argentina.

Unzué, M. y Emiliozzi, S. (2017). Las políticas públicas de ciencia y tecnología en Argentina: Un balance del período 2003-2015. Temas y Debates, 21(33), pp. 13-33.

Vaccarezza, L. (1997) "Las políticas de vinculación Universidad-Empresa en el contexto de América Latina", *Revista Espacios*, Vol. 18, nº 1

Vaccarezza, L. y J. P. Zabala. (2002) *La construcción de la utilidad social de la ciencia. Estrategias de los investigadores académicos en biotecnología frente al mercado*, Bernal, Bs. As, ed. Universidad Nacional de Quilmes.

Vasilachis de Gialdino, I. (2006) La investigación cualitativa. En Vasilachis de Gialdino, I. (*coord.*) (2006) *Estrategias de investigación cualitativa*, Buenos Aires, Gedisa.

Vázquez Barquero, A. (1993) Política Económica Local. Madrid, Pirámide.

Vega, J. *et al.* (2011). Las relaciones universidad-empresa: tendencias y desafíos en el marco del espacio iberoamericano del conocimiento. Revista Iberoamericana de Educación, 57, 109-124.

Velho et al. (1998): Las políticas e instrumentos de vinculación Universidad-Empresa en los países del Mercosur. Revista Educación Superior y Sociedad. Vol 9 N° 1: 51-76.

Versino, M., Di Bello, M. y Buschini, J. (2013) El campo de los estudios sociales en ciencia y tecnología y la formulación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación productiva en el periodo democrático (1983-2013). *Cuestiones de Sociología*, (9): 359-365.

Vessuri, H. (comp.) (1995) *La Academia va al Mercado. Relaciones de científicos académicos con clientes externos.* Caracas, Venezuela, Fondo Editorial FINTEC.

Wallsten, S. (2004) The Role of Government in Regional Technology Development: The Effects of Public Venture Capital and Science Parks. En, Bresnahan, T. y A. Gambardella (eds.), *Building High-tech Clusters - Silicon Valley and Beyond*. Cambridge: Cambridge University Press.

Weinberg, F. (Comp.) (1982). *Documentos para la historia de la Universidad Nacional del Sur*. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur.

Xue, L. y Wang. X. (1998), "The development of science park in China: an empirical analysis", en *Proceedings of the International Conference on Technology Policy and Innovation*, Lisboa, Instituto Superior Técnico, vol. No. 2, pp. 22.2.1-22.2.8.

Yoguel, G. Borello, J. y Erbes, A. (2009), Argentina: cómo estudiar y actuar sobre los sistemas locales de innovación, Revista de la CEPAL, N° 99.

Zibell, Rodolfo (2008) Grandes maestros: Humberto R. Ciancaglini En: Encrucijadas, nº 44. Universidad de Buenos Aires. Disponible en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad de Buenos Aires: http://repositoriouba.sisbi.uba.ar/gsdl/collect/encruci/index/assoc/HWA_301.dir/301.PDF

Zucker, L. G. y Darby M. R. (2006) Movement of Star Scientists and Engineers and High-Tech Firm Entry', National Bureau of Economic Research Working Paper No. 12172, April, revised October.

Zucker, Lynne G. and Michael R. Darby (1996b), 'Star Scientists and Institutional Transformation: Patterns of Invention and Innovation in the Formation of the Biotechnology Industry', Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 93, pp.12709-12716.

Zukerfeld, M. (2015) La tecnología en general, las digitales en particular. Vida, milagros y familia de la “Ley de Moore”. Hipertextos: Capitalismo, Técnica y Sociedad en debate, p. 87 – 116.