



FLACSO
ARGENTINA

**FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES
-SEDE ACADEMICA ARGENTINA-**

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS SOCIALES

Relaciones entre ciencia, tecnología y política en procesos de cooperación internacional. Análisis de un caso de cooperación entre Argentina y Alemania en el campo de las Tecnologías Informáticas.

AUTORA: Alejandra S. Kern

DIRECTOR: Dr. Hernán E. Thomas

CO-DIRECTOR: Lic. José Paradiso

FECHA: 11 de julio de 2008

*A Federico, a Guadalupe y a Celeste,
que me están esperando.*

RESUMEN

El objetivo de esta tesis es estudiar las relaciones entre ciencia, tecnología y política en procesos de cooperación internacional. Para llevar adelante este estudio se elaboró un marco teórico-metodológico interdisciplinario que intenta abordar la complejidad de estos procesos considerados como trayectorias socio-técnicas. Este marco se aplicó para estudiar un caso de cooperación entre grupos de investigación de dos países con asimetrías de recursos y poder -Argentina y Alemania- en un campo tecnológico particular: las Tecnologías de la Información. Para comprender cómo se constituyó este proceso, se definieron tres variables centrales: los procesos de politización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, tanto en el nivel internacional, como nacional; la conformación de un marco político institucional para el desarrollo de la cooperación y, finalmente, las dinámicas de interacción entre los grupos de investigación, los organismos políticos y las tecnologías desarrolladas y utilizadas en un caso particular. El estudio de caso permitió conceptualizar y definir las particularidades de la cooperación en ciencia y tecnología, introduciendo múltiples dimensiones de análisis que resultan relevantes para la elaboración de políticas públicas. Entre ellas, se analizó cómo los tejidos discursivos que constituyeron la politización de las TICs en el nivel internacional, institucionalizaron diferentes políticas de cooperación. Éstas contribuyeron a mantener las asimetrías internacionales en este campo. Entre las principales conclusiones, se observó un vínculo constitutivo entre identidades estatales e intereses de política exterior y la definición de políticas de cooperación científica y tecnológica. En la trayectoria de la cooperación estudiada se observó también cómo las particularidades de los grupos de investigación –sus estilos socio-técnicos-, su vinculación con el contexto local y los procesos de politización locales de las TICs incidieron significativamente en la apropiación de resultados de la cooperación. A partir de los elementos analizados se han podido formular una serie de recomendaciones para el diseño de políticas de cooperación internacional en ciencia y tecnología.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the relations among science, technology, and politics in processes of international cooperation. To carry this study out, an interdisciplinary theoretical and methodological framework was elaborated, having as its analytical focus the complexity of this process captured by the concept of 'socio-technical paths'. This framework was applied to investigate a case of cooperation among research groups belonging to two countries with asymmetries both in resources and power – Argentina and Germany – in a particular technological field: information technologies. To understand how this process came about three key variables were defined: (a) the politization process of information and communication technologies, both at the international and national level; (b) the setting up of an institutional political framework for the development of cooperation; (b) and the interaction dynamics among the research groups, the political agencies and the technologies developed and applied in a particular case. This thesis has thus conceptualized and defined the unique features of cooperation in science and technology, putting forward multiple dimensions of analysis which are crucial for the elaboration of public policies. Among others, this thesis analyzed how the discourses which politicized the ICT at the international level worked to institutionalize specific cooperation policies. These policies served in turn to reproduce the assymetries in this field. Among the central conclusions, this thesis observed a constitutive link between state identities and foreign policy interests together with the definition of cooperation policies in science and technology.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a FLACSO-Argentina por la posibilidad de desarrollar este Doctorado en Ciencias Sociales, destacando las condiciones humanas y profesionales del cuerpo docente que integró el mismo.

Deseo agradecer también el apoyo del Ministerio de Educación a través de la beca PROFOR que me dio la posibilidad de financiar parte del programa.

Un agradecimiento muy especial está dirigido a mi director de tesis, quien me brindó su apoyo y dedicación permanente, confiando en mi capacidad y mi voluntad para llegar al final de este trabajo, a pesar de las dificultades. Con su guía, el desarrollo de esta tesis fue un intenso proceso de aprendizaje que me permitió introducirme en nuevos espacios de conocimiento.

También agradezco al Lic. José Paradiso, por acompañarme en la exploración de un nuevo campo y brindarme sus aportes conceptuales desde las Relaciones Internacionales.

Quiero agradecer también a Gabriel Yoguel y a Diana Tussie, quienes integraron el jurado de la Tesis de Calificación, por sus oportunos comentarios que fueron sumamente útiles para mejorar diversos aspectos de la investigación.

Agradezco a los investigadores del LIFIA, particularmente a Gustavo Rossi, Gabriel Baum, Luis Mariano Bibbó, Anabella Cristaldi, Ricardo Tesoriero, Alejandro Fernández, Ramiro Gonzalez Maciel y Fernando Lyardet por las entrevistas concedidas y la información brindada sobre los proyectos de cooperación. Del lado alemán debo agradecer también el tiempo concedido por Hans Schmid, Stefan Jähnichen, Torsten Holmer y Axel Guickig.

Quiero expresar mi agradecimiento a expertos y académicos argentinos, especialmente a Joos Heinz, Ricardo Ferraro, Miryam Colacrai, Roxana Goldstein, Karina Pombo, Rebeca Guber y Pablo Cosso por sus comentarios oportunos durante distintos momentos de la investigación. También agradezco al grupo de investigación del IEC por sus aportes en el estudio de caso y las discusiones conceptuales mantenidas.

Agradezco el acompañamiento de mi familia y amigos que fueron incondicionales en momentos críticos. Del mismo modo, agradezco a María Eugenia, mi querida compañera de trabajo en el INTI por su paciencia y apoyo permanente.

Finalmente, quiero agradecer a mi esposo Federico por impulsarme a seguir hasta el final y compartir tantos momentos felices de la vida familiar, y a mi querida hija Guadalupe por ser la luz que ilumina cada día y cada cosa que emprendo.

ÍNDICE

I. Introducción	1
II. Marco teórico y metodológico	8
1. Definición del objeto de estudio	9
2. Marco teórico: definición y articulación de conceptos	14
2.1. El sistema internacional.....	17
2.1.1. Estructura histórica.....	17
2.1.2. Poder estructural.....	21
2.1.3. Paradigmas tecnológicos y tecno-económicos.....	23
2.1.4. Articulación y función de los conceptos en la tesis.....	28
2.2. Los estados nacionales.....	29
2.2.1. Sistemas de Ciencia y Tecnología y Sistema Nacional de Innovación.....	29
2.2.2. Políticas sobre ciencia y tecnología.....	32
2.2.3. La cooperación internacional y los intereses nacionales.....	34
2.2.4. Articulación y función de los conceptos en la tesis.....	40
2.3. Los grupos de investigación científica y tecnológica.....	41
2.3.1. Estudios sociales de la Tecnología.....	41
2.3.2. Flexibilidad interpretativa.....	43
2.3.3. Trayectorias y estilos socio-técnicos.....	44
2.3.4. Innovación como aprendizaje.....	46
2.3.5. Marcos tecnológicos y ensamblajes socio-técnicos.....	47
2.3.6. Articulación y función de los conceptos en la tesis.....	48
2.4. Análisis inter-nivel: redes tecno-político-económicas.....	50
3. Aspectos metodológicos	55

3.1.	Estructura de la investigación y metodología de análisis.....	55
3.2.	Politización de las TIC en el nivel internacional y nacional.....	55
3.3.	Análisis del proceso de cooperación.....	59
III.	TICs en el sistema internacional: ideas, poder estructural e	
	instituciones.....	65
1.	Hilos discursivos dominantes sobre TIC.....	66
1.1.	El paradigma de las Tecnologías de la Información.....	67
1.2.	El tejido discursivo de la cooperación científica y tecnológica: las TIC en la economía basada en el conocimiento.....	71
1.3.	El tejido discursivo de la cooperación para el desarrollo: las TICs como vehículo para el desarrollo humano.....	77
2.	Capacidades materiales y poder estructural en el campo de las	
	TICs.....	81
2.1.	Características del sector software.....	82
2.2.	Poder estructural en el sector software.....	84
3.	Hilos discursivos dominantes, poder e instituciones.....	92
IV.	Sistemas científico-tecnológicos y TICs en Argentina y	
	Alemania.....	95
1.	Principales características de las economías de Argentina y Alemania.....	95
2.	Sistemas de Ciencia y Tecnología en Argentina y Alemania.....	99
2.1.	Comparación de datos estadísticos.....	99
2.2.	El sistema científico y tecnológico argentino	
2.2.1.	Estructura institucional.....	103
2.2.2.	Relación con el sistema productivo.....	108
2.2.3.	La reforma de 1996.....	110
2.3.	El sistema científico y tecnológico alemán.	

2.3.1. Estructura institucional.....	113
2.3.2. Relación con el sistema productivo.....	121
2.3.3. Reformas implementadas hacia fines de los '90.....	123
2.4. Comparación de los sistemas científico-tecnológicos.....	126
3. Características del sector software y servicios informáticos en Argentina y Alemania.....	132
3.1. Características del sector software y servicios informáticos en Argentina.....	132
3.2. Características del sector software y servicios informáticos en Alemania.....	139
3.3. Comparación del sector en ambos países.....	143
4. Políticas y discursos estatales sobre TIC en Argentina y Alemania.....	144
4.1. Argentina	
4.1.1. Políticas implementadas.....	145
4.1.2. El tejido discursivo: Las TIC como medio de información.....	154
4.2. Alemania	
4.2.1. Políticas implementadas.....	158
4.2.2. El tejido discursivo: Las TIC como factor de competitividad internacional.....	164
4.3. Comparación de las políticas y discursos en torno a TIC en Argentina y Alemania.....	168
V. Procesos de cooperación científica y tecnológica entre Argentina y Alemania en el campo de las Tecnologías Informáticas. Estudio de caso.	
1. El marco político-institucional.....	172
1.1. Origen de la cooperación científica y tecnológica entre Argentina y Alemania.....	172

1.2. Identidades e intereses de Argentina y Alemania para la cooperación científica y tecnológica en los '90.....	178
1.3. La reunión intergubernamental de 1997.....	186
2. Las dinámicas de interacción en el proceso de cooperación. Análisis de los proyectos entre el LIFIA y la FH-Konstanz.....	195
2.1. Características del Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA).....	196
2.1.1. El área de transferencia.....	197
2.1.1. El área de investigación en ingeniería de software.....	200
2.1.2. Estilo socio-técnico del grupo de investigación en ingeniería de software.....	207
2.2. Características del grupo de la FH-Konstanz	
2.2.1 Aspectos institucionales.	210
2.2.1. Las líneas de investigación sobre <i>frameworks</i>	211
2.2.2. Estilo socio-técnico del grupo de la FH-Konstanz.....	214
2.3. Trayectoria socio-técnica de la cooperación	
2.3.1. Inicio del contacto y formulación del primer proyecto.....	217
2.3.2. Diseño de un framework para procesos de negocios.....	224
2.3.3. Procesos de negocios en aplicaciones web.....	235
2.3.4. Resultados de la cooperación.....	244
2.4. Análisis de la trayectoria	
2.4.1. La red del <i>framework</i> para procesos de negocios.....	249
2.4.2. Marco tecnológico compartido.....	256
2.4.3. Desarrollo de los intercambios.....	257
2.4.4. Red de procesos de negocios en aplicaciones web.....	261
2.4.5. Red alemana de procesos de negocios en aplicaciones web.....	265

2.4.6. Flexibilidad interpretativa y articulación de estilos socio-técnicos.....	269
2.4.7. Declive de la cooperación.....	273

3. Conclusiones sobre la trayectoria socio-técnica.

3.1. La función del marco tecnológico en la cooperación.....	278
3.2. Sucesión de redes tecno-político-económicas.....	280
3.3. Subordinación de agendas y relaciones de poder.....	282
3.4. Aprendizajes y estilos socio-técnicos.....	283
3.5. Definiciones de funcionamiento y apropiación de resultados.....	284
3.6. El “funcionamiento” de la cooperación.....	286

VI. Conclusiones: Relaciones entre ciencia, tecnología y política en procesos de cooperación internacional

1. Implicaciones de la politización de las TICs en el nivel internacional

y nacional..... 288

1.1. Tejidos discursivos e institucionalización de tipos de cooperación internacional en torno a las TICs290

1.2. Factores internacionales y locales que constituyeron el proceso de politización de TICs en el nivel nacional292

2. Incidencia del poder estructural en el sector de las TICs en procesos de cooperación científica y tecnológica300

3. El marco político-institucional de la cooperación.....302

3.1. Identidades e intereses en la construcción del marco de cooperación científica y tecnológica. Las relaciones entre política científica y tecnológica y política de la ciencia y la tecnología.....303

3.2. Incidencia del marco político-institucional en el desarrollo de los proyectos307

4. Las dinámicas de interacción.

4.1. Particularidades de la trayectoria socio-técnica de la cooperación.311

4.2. Sucesión y yuxtaposición de redes tecno-político-económicas.....	313
4.3. Articulación de estilos socio-técnicos y apropiación de resultados.....	316
4.4. Aprendizajes.....	318
4.5. La función del marco tecnológico en el proceso de cooperación.....	319
5. Consideraciones sobre el modelo teórico-metodológico utilizado.....	320
6. Las categorías centro-periferia en procesos de cooperación	
científica y tecnológica.....	323
7. Recomendaciones para la política pública.....	324
8. Bibliografía.....	328

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Taxonomía de la globalización de la innovación.....	10
Cuadro 2: Niveles de análisis y fuentes de explicación.....	16
Cuadro 3: Modelo para el análisis del proceso de Cooperación Científica Y tecnológica.....	63
Cuadro 4: Evolución de los principales indicadores económicos en Argentina y Alemania (1996-2001).....	95
Cuadro 5: Personal dedicado a actividades de Investigación y Desarrollo en Argentina y Alemania (1997-2001).....	100
Cuadro 6: Porcentaje de gastos de I+D por sector de ejecución en Alemania 1998-2001.....	101
Cuadro 7: Porcentaje de gastos de I+D por sector de ejecución en Argentina 1998- 2001.....	102
Cuadro 8: PICT aprobados en el área “Tecnología de la Información, Comunicación y Electrónica (1997-2002).....	137
Cuadro 9: Financiamiento de GMD.....	164
Cuadro 10: Características del estilo socio-técnico del LIFIA.....	209
Cuadro 11: Comparación de los estilos socio-técnicos del LIFIA y la FH-Konstanz...	216

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Politización de las TIC en el Sistema Internacional.....	28
Gráfico 2: Politización de TIC en el nivel estatal y marco político- institucional.....	40
Gráfico 3: Trayectoria socio-técnica de los procesos de cooperación.....	49
Gráfico 4: Principales instituciones del complejo de ciencia y tecnología argentino.....	105
Gráfico 5: Distribución del presupuesto estatal entre las principales instituciones no universitarias de IyD argentinas.....	106
Gráfico 6: Gastos en IyD de las principales instituciones de investigación extra- universitarias.....	115
Gráfico 7: Proporción de aportes del gobierno federal y los Länder para cada institución.....	117
Gráfico 8: Sistema Ciencia y Tecnología en Alemania.....	119
Gráfico 9: Empleo y facturación en el sector SSI según el origen de las empresas (2002).....	134
Gráfico 10 Diseño del framework para procesos de negocios.....	229
Gráfico 11: Ejemplo de vista de una oferta de póliza de seguros.....	232
Gráfico 12: Tipos de flujo en un proceso de negocios.....	233
Gráfico 13: Contenedor de actividades en el OOHDM.....	244
Gráfico 14: Red de cooperación LIFIA-FH-Konstanz: formulación y presentación del proyecto.....	251
Gráfico 15: Red del framework para procesos de negocios- Segundo momento.....	258
Gráfico 16: Red de cooperación sobre procesos de negocios en aplicaciones web.....	262
Gráfico 17: Red alemana de procesos de negocios en aplicaciones web.....	266
Gráfico 18: Implicaciones de la politización internacional de las TICs.....	289
Gráfico 19: Factores que incidieron en la politización de TICs.....	293
Gráfico 20: Marco político-institucional de la cooperación.....	303
Gráfico 21: Resultados de los procesos de cooperación.....	309

INDICE DE RECUADROS

Recuadro 1: Lenguajes de programación.....	86
Recuadro 2: Breve historia de Java.....	88
Recuadro 3: Programación orientada a objetos (OO).....	89
Recuadro 4: Object Oriented Hypermedia Design Model.....	204
Recuadro 5: Diseño de <i>frameworks</i> orientado a objetos en dominios de aplicación distribuidos – Subproyectos.....	221
Recuadro 6: Características de un proceso de negocios.....	225
Recuadro 7: Ejemplo de una actividad compuesta.....	230
Recuadro 8: Fase de demora entre la estructura de una actividad y la estructura del servlet.....	237

LISTA DE SIGLAS

BMBF – Ministerio Federal de Investigación y Educación de Alemania

BMWi- Ministerio Federal de Economía de Alemania

BPCF – Business Process Component Framework

DAC- Comité de Asistencia al Desarrollo, OCDE

FH – Fachhochschule (Universidad de Ciencias Aplicadas)

IB – Internationales Bureau des BMBF

LIFIA- Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada

OECD- Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo

OI – Oficina Internacional del BMBF

OOHDM – *Object Hypermedia Design Model*

PNUD- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

RDA – República Democrática de Alemania

RFA – República Federal de Alemania

SECyT- Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina

SIN- Sistema Nacional de Innovación

WACoF - *Web Activity Component Framework*

WebCoF - *Web Component Framework*”

I. INTRODUCCIÓN

Esta investigación fue motivada por el objetivo de comprender en profundidad los procesos de cooperación científica y tecnológica, entendidos como un área particular de vinculación internacional. El interés fundamental ha sido poder analizar este tipo de procesos, considerando la mayor cantidad de aspectos posibles que inciden en su conformación y entendiendo las dinámicas e interacciones entre instituciones, personas y tecnologías que tienen lugar entre distintos niveles: desde el sistema internacional hasta el laboratorio.

Son varias las preguntas que han impulsado esta investigación. ¿Por qué dos estados deciden promover la cooperación en un campo tecnológico particular? ¿Cuáles son las particularidades de este tipo de cooperación? ¿Qué rol juegan los procesos de politización de las tecnologías en cuestión? ¿Cómo inciden las particularidades locales de cada país en el proceso de cooperación? ¿Cómo inciden otros procesos globales? ¿Qué sucede cuando estos países se caracterizan por amplias asimetrías de recursos y políticas científico-tecnológicas? ¿Qué motivaciones encuentran los grupos de investigación para participar en los proyectos? ¿De qué manera interactúan? ¿Qué utilidad puede tener este tipo de cooperación para un país como Argentina?

Para responder estos interrogantes, esta tesis aporta un esquema de análisis que permite analizar diversos aspectos políticos, científicos y tecnológicos que constituyen procesos de cooperación internacional en el ámbito de la ciencia y la tecnología. Se busca así una comprensión amplia y compleja de la trayectoria de estos procesos y sus resultados. Se espera, asimismo, que las conclusiones del trabajo sirvan para mejorar el diseño de políticas que se adecuen mejor a las particularidades locales de desarrollo tecnológico.

Desde las Relaciones Internacionales, la cooperación se ha tratado esencialmente como un tema político entre estados. Como tal, se ha focalizado tanto en cuestiones que requieren cierta coordinación entre países (comercio, medio ambiente, derechos humanos, etc.)-, como en la asistencia

al desarrollo desde países centrales hacia los países periféricos. Esencialmente en el primer caso, se han desarrollado diversas teorías – neorrealismo, neoliberalismo institucional y constructivismo- que intentaron definir la cooperación, sus motivaciones y efectos, desde diferentes niveles de análisis (individuos, estados y sistema) y teorías de toma de decisiones (eficiencia, poder e ideas)¹. Sin embargo, menos atención se ha prestado a la conceptualización y análisis de la cooperación en el campo científico-tecnológico, particularmente entre países con asimetrías de recursos y poder en este área.

Entre las principales críticas hacia la cooperación para el desarrollo, se ha destacado la incidencia determinante de los intereses y objetivos de los países donantes, más allá de sus supuestos éticos (Marshall, Dirmoser-Gronemayer, 1991, Lavados, 1993, Montúfar, 2002). En el caso de la cooperación europea en ciencia y tecnología también se advirtió que ésta ha sido predominantemente unidireccional. La mayoría de las veces ha ocurrido sin una apropiada consideración de las necesidades reales del país receptor ni de los efectos sobre su desarrollo socioeconómico. Con referencia a América Latina, se afirmó incluso que si bien ha tenido efectos positivos en la constitución de grupos científicos latinoamericanos de alto nivel, no ha favorecido las interacciones con los sistemas productivos locales, (Bonfiglioli y Mari, 2000).

En general, dentro de la disciplina, las cuestiones relacionadas con la tecnología, tanto militar como de uso civil, se han tratado más bien a partir de sus efectos en las relaciones de poder o en la capacidad de interacción entre estados. Desde la Economía Política Internacional, se ha dado especial atención a la tecnología como factor de competitividad estatal y también en relación con el poder de las empresas transnacionales y el rol del mercado en el sistema internacional.

Particularmente, en el plano internacional, las tecnologías de la información y comunicación se consideraron predominantemente desde dos puntos de

¹ Para un resumen de estas perspectivas, ver OMC (2007) *World Trade Report 2007*, Cap. 2.

vista: 1) como *medio de interconexión* a nivel global, que favorece la organización social y productiva más allá de los límites del estado-nación y fortalece, por lo tanto, la influencia de estos actores transnacionales, diluyendo el poder del estado (Castells, 1999, Keohane y Nye, 1998; Mathews, 1997, Held- Mc.Grew, et al. 2001, Rosenau, 2002); y 2) como *factor de competitividad económica* y *vehículo de desarrollo*, cuyas dificultades de acceso y generación para los países con mayores índices de pobreza ha producido la denominada “brecha digital“ (OCDE, 1996, PNUD, 2001, Gilpin, 2001, Castells, 1999). Desde la primera perspectiva, se destacó la importancia de las TIC como instrumento de comunicación transnacional y sus efectos sobre la soberanía del estado. La segunda, se centró en el papel de las TIC como factor clave de desarrollo económico y línea divisoria entre países industrializados y países en desarrollo. Hasta el momento, esta última perspectiva no ha profundizado sobre los diversos aspectos del proceso de innovación tecnológica, pero ha sostenido diversas hipótesis acerca de los efectos de las TIC que definen su tratamiento como objeto de la política internacional:

- El diseño, producción y distribución basado en la electrónica ha facilitado la respuesta rápida y flexible a los cambios en la demanda. Por lo tanto actividades como diseño, distribución y servicios se han constituido en factores importantes de competitividad (Gilpin, 2001).
- El desarrollo de las nuevas tecnologías ha incrementado la polarización entre las economías que pudieron tomar ventaja de las mismas y la gran mayoría de los países en desarrollo que no pudieron ajustarse a la revolución tecnológica. La tecnología está siendo apropiada, al menos temporalmente por sus innovadores, concentrados geográficamente en la zona de los países de la OCDE (OCDE, 1996a)
- Tanto las firmas privadas como los gobiernos nacionales tratan de restringir la difusión de tecnologías avanzadas en tanto factores de competitividad internacional. Esta evolución tiende a mantener una estructura internacional asimétrica, afirmando una creciente desigualdad en la producción y aplicación de ciencia y tecnología (Gilpin, 2001)

En las Ciencias Sociales, los estudios sobre ciencia y tecnología han sido abordados en gran medida desde la historia, la economía y la sociología. En particular los estudios sociológicos proporcionan conceptos que permiten “abrir la caja negra de la tecnología” y ampliar la capacidad de comprensión sobre los procesos de cambio tecnológico. Desde este campo comenzó a instalarse la concepción de estos cambios como procesos socio-técnicos, en los cuales no hay una determinación causal entre los factores sociales y tecnológicos, sino una relación mutuamente constitutiva.

Desde esta perspectiva, la cooperación internacional en un campo tecnológico particular puede estudiarse como un proceso socio-técnico marcado por interrelaciones mutuamente constitutivas entre factores políticos, sociales, económicos y tecnológicos nacionales e internacionales.

En este trabajo, la cooperación internacional se comprende como una política promovida en función de intereses estatales, que en el área de la ciencia y la tecnología incluye concepciones sobre la utilidad del conocimiento en general y de ciertas tecnologías en particular que se han transformado en objeto de políticas específicas. Si bien esta política de cooperación se origina en un nivel nacional, está inserta en una estructura de ideas, capacidades materiales e instituciones que caracterizan un determinado orden internacional y que inciden en su formulación. En este sentido, ambos niveles –nacional e internacional- tienen un rol importante en la definición del marco político-institucional de la cooperación. Sin embargo, una vez que el proceso se ha puesto en marcha y entran en juego otros actores, especialmente los investigadores, aparecen otros elementos sociales, científicos y tecnológicos que se interrelacionan y que no son adecuadamente percibidos si se observa solamente el proceso político formal. Se trata de dinámicas socio-técnicas que tienen lugar en un nivel micro y cuyos resultados son en general imperceptibles para la política.

En esta tesis se analizaron particularmente las relaciones entre ciencia, tecnología y política en un caso de cooperación entre Argentina y Alemania desarrollado en el campo de las tecnologías informáticas. Se trató de determinar, en este caso particular:

- a. ¿Qué elementos estructurales e ideológicos definieron el campo de TIC en el sistema internacional desde mediados de los '90? ¿Cómo incidieron en las políticas estatales y en los lineamientos de cooperación?
- b. ¿De qué manera incidieron las diferencias entre los sistemas científico-tecnológicos de cada país y las políticas específicas adoptadas para el campo TIC en el proceso de cooperación?
- c. ¿Qué ideas e intereses conformaron el marco político de la cooperación entre Argentina y Alemania en este campo?
- d. ¿Qué características presentó la dinámica de la cooperación entre actores políticos, científicos y tecnológicos? ¿Cómo incidieron en ella las particularidades locales?
- e. ¿De qué manera contribuyó la cooperación a insertar actores del complejo científico-tecnológico argentino en redes globales de innovación y cómo se insertaron?
- f. ¿De qué manera se apropiaron los resultados de este proceso?
- g. ¿Cómo fue definida la utilidad de la cooperación por diferentes actores?

Para responder a estas preguntas se decidió trabajar el tema en tres niveles ontológicos: el sistema internacional, los estados nacionales y los grupos de investigación.

Los dos primeros niveles son importantes para comprender bajo qué supuestos y en qué contexto las TICs se convirtieron en objeto de políticas nacionales e internacionales. En el nivel internacional, se consideraron tanto los tejidos discursivos que constituyeron este proceso de politización, como los elementos que configuraron el poder estructural en el sector. En el nivel nacional, se tuvieron en cuenta las características de los sistemas estatales de ciencia y tecnología y sus relaciones con el sector productivo, así como las reformas políticas del sector implementadas hacia fines de los '90 en ambos países. Estos elementos, sumados a una concepción predominante sobre la utilidad de las TIC, resultan importantes para comprender el modo en que el tema fue tratado en la agenda política local y de qué manera se articuló con intereses estatales de política exterior.

El análisis de estos dos niveles aporta elementos para comprender el contexto político–institucional de la cooperación entre Argentina y Alemania, en el marco del cual se desarrollaron las dinámicas entre grupos de investigación. El análisis de este último nivel se realizó a partir del estudio de un caso en profundidad, aplicando el concepto de trayectoria socio-técnica. Así, se intentó identificar distintos tipos de interacción y aprendizaje entre los investigadores, las relaciones de poder entre los mismos, las diferencias de estilos socio-técnicos, los diferentes significados atribuidos a los artefactos desarrollados y los procesos de convergencia (o clausura) sobre estos significados. Este análisis proporciona elementos concretos para evaluar distintos resultados generados por la cooperación y los modos en que fueron apropiados o no.

A partir de estas consideraciones, la tesis persiguió una serie de objetivos específicos. El primero fue elaborar un marco conceptual que permita abordar múltiples dimensiones sociales y tecnológicas de los procesos de cooperación. El segundo fue analizar la incidencia de factores económicos, políticos e ideológicos que caracterizaron la politización de las TIC en el nivel del sistema internacional en la cooperación entre Argentina y Alemania. El tercero fue identificar la incidencia de aspectos políticos e institucionales locales en el proceso de cooperación. El cuarto consistió en analizar la trayectoria socio-técnica de la cooperación en un caso seleccionado. Finalmente, el quinto fue analizar la relación entre política exterior y cooperación científica y tecnológica, considerando las definiciones de utilidad de esta última.

A partir de estos objetivos se comprobaron una serie de hipótesis que guiaron la investigación

- Los sustentos ideológicos y la distribución de poder estructural que caracterizaron el proceso de politización de TIC en el sistema internacional incidieron, de distintas formas, en la definición de políticas nacionales de ambos países en este campo.
- Las diferencias entre los sistemas estatales de ciencia y tecnología y los intereses entre participantes de los proyectos de cooperación internacional,

quedaron encubiertos en la construcción de un marco político-institucional simétrico y subordinado a intereses de política exterior.

- El proyecto de cooperación permitió la integración de actores argentinos en una red de innovación transnacional. Sin embargo, esta red se caracterizó por asimetrías de poder y diferencias de estilos socio-técnicos, que dificultaron la apropiación de resultados por parte del grupo argentino.
- La insuficiencia de políticas estratégicas para la innovación en TIC en Argentina y la desarticulación de las instituciones vinculadas a su desarrollo, facilitó una integración “fragmentada” y subordinada de actores argentinos en proyectos más amplios del grupo alemán.
- La trayectoria de la cooperación incidió en la evolución de las trayectorias locales de ambos grupos.

La tesis se estructura en seis capítulos. El capítulo II desarrolla el marco teórico y metodológico que se utilizará para el análisis. El mismo parte de la necesidad de una mayor articulación de conceptos de diversas disciplinas para comprender las relaciones entre ciencia, tecnología y política en procesos de cooperación internacional en ciencia y tecnología. El capítulo III describe la estructura del sistema internacional en torno al campo de las TIC, en función de ideas dominantes sobre su utilidad, el poder estructural de los actores centrales en el campo y la institucionalización de procesos que condicionan su desarrollo y difusión. El capítulo IV describe y compara las características de Argentina y Alemania, en cuanto a sus economías, sus sistemas estatales de ciencia y tecnología, las características de sector de software y servicios informáticos y las políticas desarrolladas en el sector de TIC, dando especial relevancia a los aspectos discursivos que sustentaron las mismas. En el capítulo V se describe el proceso de cooperación entre ambos países considerando dos aspectos: el marco político institucional creado por los gobiernos a partir de sus identidades e intereses y la dinámica de la cooperación entre los grupos de investigación en un caso seleccionado. Finalmente se presentan conclusiones relativas a la interrelación de los diferentes niveles de análisis y la aplicación del marco teórico-conceptual.

II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

En la historia de las Relaciones Internacionales, procesos como el desarrollo de la bomba nuclear, la carrera armamentista entre Estados Unidos y la Unión Soviética, el establecimiento de regímenes para controlar la difusión de armas nucleares o la incidencia las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la interacción transnacional, resultan altamente significativos para comprender el funcionamiento del sistema internacional. Desde la disciplina estos procesos han sido estudiados contemplando sus aspectos políticos, sin prestar atención a su estrecha vinculación con el desarrollo, difusión, restricción y utilización de tecnologías. De esta manera, como destaca Herrera, “[A] pesar de la cercana conexión entre tecnología y política internacional, hay muy poco trabajo en la tradición de las Relaciones Internacionales que haya intentado conectar ambas de una manera teórica informada” (Herrera, 2003: 561).

Por otra parte, desde otras disciplinas como la Economía, la Historia o la Sociología, se han estudiado la ciencia y la tecnología sin herramientas teóricas que las vinculen con la estructura y los procesos que configuran el sistema internacional en distintos momentos históricos.

En esta tesis se busca integrar los aportes de estas disciplinas para analizar las relaciones entre ciencia, tecnología y política en la cooperación internacional. El punto de partida es que la cooperación en campos científicos y tecnológicos se constituye a partir de trayectorias socio-técnicas que articulan esencialmente elementos económicos, sociales, políticos, científicos y tecnológicos y tienen lugar dentro de en una estructura internacional particular. Su análisis requiere, por lo tanto, un marco teórico y metodológico que vincule estos elementos que actúan en los niveles global y local. La formulación de este marco teórico constituye por lo tanto el primer desafío de esta tesis y se basa en la integración de conceptos desarrollados por las Relaciones Internacionales, la Economía de la Innovación y la Sociología de la Tecnología.

Para comenzar, se define el objeto de estudio de esta tesis. Empezar por esta definición resulta fundamental para entender las razones y las opciones realizadas para armar un marco teórico interdisciplinario. En segundo lugar, se articulan los principales conceptos provenientes de estos campos a partir de un esquema que permitirá analizar tres niveles interrelacionados en el proceso de cooperación: el sistema internacional, los estados y los grupos de investigación. En los dos primeros niveles el objetivo es comprender los factores estructurales, ideológicos e institucionales que constituyeron el campo de las TIC como objeto de la acción política. En el tercer nivel, se intenta comprender la dinámica de interacciones que se producen entre actores humanos, institucionales y tecnologías en un caso seleccionado.

Finalmente, se detalla la metodología con la cual se analiza el proceso de cooperación entre Argentina y Alemania en el campo de las TIC. Este análisis contempla esencialmente dos dimensiones: el marco político-institucional (observable a partir de los niveles internacional y estatal) y las dinámicas de interacción entre grupos de investigación y tecnologías.

1. Definición del objeto de estudio.

El objeto definido para esta tesis es el proceso de cooperación internacional que se desarrolló entre Argentina y Alemania en el campo de las tecnologías informáticas entre los años 1997 y 2002.

Para definir este objeto, complejo en su composición, es necesario distinguir dos elementos. En primer lugar, qué se entiende por cooperación internacional en ciencia y tecnología y, en segundo lugar, qué comprende el campo tecnológico elegido.

Entendida como proceso, la cooperación científica y tecnológica se refiere a interacciones que se producen en diferentes niveles de análisis (sistema internacional, estado y grupos de investigación). Tanto en el nivel del sistema internacional como del estado, la cooperación constituye un proceso político sostenido por determinadas ideas e intereses. Estos constituyen el marco en que actúan luego los grupos de investigación. En este último nivel se producen dinámicas de generación y transferencia de conocimiento,

poniendo en contacto distintos estilos socio-técnicos. Se trata por lo tanto de un proceso socio-técnico, que incluye esencialmente condicionantes ideológicos, interacciones políticas, interacciones científicas y tecnologías.

Por otra parte, la cooperación en el campo científico-tecnológico puede presentar distintas formas. Siguiendo la clasificación de lo que Archibugi y Ianmarino (2002) denominaron un proceso de “globalización de la innovación” pueden distinguirse las siguientes categorías (cuadro 1):

Cuadro 1: Taxonomía de la globalización de la innovación

Categorías	Actores	Formas
1. Explotación internacional de las innovaciones producidas nacionalmente	Empresas e individuos con fines de lucro	<ul style="list-style-type: none"> • Exportación de bienes innovadores • Cesión de licencias y patentes. • Producción externa de bienes innovadores diseñados desarrollados internamente.
2. Generación global de innovaciones	Firmas multinacionales	<ul style="list-style-type: none"> • R&D y actividades innovadoras <i>in house</i> y en los países sede. • Adquisición de laboratorios de I&D existentes e inversión <i>green-field</i> en el país sede.
3. Colaboraciones tecno-científicas globales	a. Universidades y centros de investigación público	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos científicos conjuntos. • Intercambios científicos y años sabáticos. • Flujo internacional de estudiantes

	b. Firmas nacionales y multinacionales	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Joint-ventures</i> para proyectos innovadores específicos. • Acuerdos productivos con intercambio de información y/o equipamientos tecnológico.
--	--	---

Fuente: Archibugui-Iammarino, 2002:101

De acuerdo con esta clasificación, cuatro de las categorías definidas (1, 2 y 3b) tienen como actores centrales a las empresas, quienes buscan mejorar su posición en distintos mercados a través de la innovación. Estos tipos de cooperación constituyen estrategias empresariales para competir en mercados internacionales y son muy diferentes de las “colaboraciones tecno-científicas” entre universidades y centros de investigación públicos. Estas últimas colaboraciones existen incluso desde los orígenes de la actividad científica y no están animadas por fines lucrativos, sino por el interés de desarrollar conocimiento, ya sea motivado por el prestigio individual de los investigadores, como por estrategias de desarrollo nacional. Es este tipo de cooperación el que tuvo lugar entre Argentina y Alemania, contando con financiamiento y promoción de ambos estados, y caracteriza por lo tanto el objeto de estudio definido.

El segundo elemento que es necesario definir, es el campo de las tecnologías informáticas, que se inserta dentro de las denominadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

Si bien bajo este último grupo se incluyen diversas tecnologías -unas orientadas a la comunicación y otras al tratamiento de la información- lo que las une es su integración, es decir la convergencia entre las computadoras y las telecomunicaciones. Esta convergencia surgió a partir de un cambio en el modo de generar, guardar y difundir información y “...ha sido posible en buena parte por la creciente digitalización, tanto en la producción como en

el manejo, almacenamiento y traslado de la información” (Marin, 2000: 105)².

A partir de esta idea, Marin (2000) ordenó las TIC en tres grandes grupos de industrias: computadoras (informática), telecomunicaciones (telemática) y comunicación (medios). En términos similares Hilbert y Katz (2003) consideraron a las TIC como un sistema en el que convergen 1) sistemas de informática y computación, 2) sistemas de contenidos y 3) sistemas de comunicación. En ambos casos el primer grupo está centrado “...en la producción de información y en su tratamiento...” (Marin, 2000: 106). Así definido, este grupo comprende las computadoras y los elementos auxiliares (CD Rom, MODEM, scanner, impresoras, etc.). (“hardware”) y el *software* y servicios informáticos.

No obstante la relación entre ambos³, *hardware* y *software*, se ha definido como tratándose de sectores industriales diferentes y que están ligados a distintas formas de producción de conocimiento. Podríamos decir, en términos sencillos, que mientras el primero se vincula con la evolución de la electrónica y está ligado a circuitos y artefactos, el segundo se basa en formulaciones lógicas y matemáticas más abstractas que generan lenguajes e instrucciones para el funcionamiento de los artefactos. Más precisamente, el *software* es “...un conjunto de instrucciones que indican (o programan) a la máquina –con un lenguaje determinado- cómo realizar una tarea...” (Marin, 2000: 110).

El desarrollo de *software* es lo que ha definido a la informática como una disciplina o un campo de estudio particular. El proceso de cooperación estudiado se desarrolló dentro de este campo bajo la denominación “tecnologías informáticas”.

² El tratamiento de la información en forma digital significa que ésta es codificada mediante la combinación de dos dígitos, cero y uno. De esta manera toma valores fijos que facilitan la aplicación de la lógica y la aritmética binaria.

³ Se argumenta, por ejemplo, que los programas de software “... necesitan cada vez más memoria para ser utilizados, en especial los que intentan aplicaciones concretas para usuarios, mediante formulaciones cada vez más gráficas para facilitarles su manejo” Marin, Antonio Lucas (2000). *La Nueva Sociedad de la Información. Una perspectiva desde Silicon Valley*. Madrid: Editorial Trotta. Asimismo, los intereses económicos de las grandes empresas del sector han motivado alianzas que les permiten ofrecer productos integrados.

Definidos ya el proceso de cooperación y el campo científico-tecnológico, es necesario considerar el elemento previo que los vincula: la inserción del campo como objeto de la política. Esta “politización” de las tecnologías informáticas puede comprenderse fácilmente a partir del esquema conceptual propuesto por Hilbert y Katz (Hilbert y Katz, 2003). Estos autores identificaron tres niveles interrelacionados, que permiten distinguir las características de la tecnología en sí, sus aplicaciones y el entorno político-institucional que incide en su desarrollo. El primer nivel se refiere a las *bases horizontales*, donde se apoyan los contenidos de la información: Infraestructura (red de telecomunicaciones, hardware), servicios generales (software, servicios informáticos), intermediarios (portales, sites) y contenidos. Los campos donde se aplican o utilizan las TIC (salud, gobierno, educación, etc.), constituyen los *sectores verticales*. Ambos niveles están atravesados por *áreas diagonales*, que comprenden básicamente el marco regulatorio, los mecanismos de financiamiento y el capital humano. Mientras las primeras se refieren a los campos tecnológicos, tanto los sectores verticales como las áreas diagonales dan cuenta de los aspectos sociales que las transforman en objeto de la política.

Considerando este esquema, el objeto de investigación queda por lo tanto definido en la intersección de las bases horizontales –el campo científico de la informática- y las áreas diagonales – donde se incluyen políticas sectoriales, regímenes internacionales que promueven o restringen su desarrollo y el marco de cooperación bilateral entre los gobiernos de Argentina y Alemania⁴. Estos elementos permiten analizar el proceso de cooperación desde la perspectiva del desarrollo de tecnologías, más que desde su aplicación

Sintetizando entonces, el objeto de estudio comprende las colaboraciones científicas entre universidades y organismos públicos, en un campo disciplinario particular que es la informática y que se identifica con un

⁴ El hecho de no considerar los sectores verticales, no significa dejar de lado la relación usuario-productor en el proceso de desarrollo tecnológico. El problema es que en el esquema propuesto por Hilbert y Katz, la noción de uso y aplicación incluida en estos sectores no es entendida como un proceso interactivo que tiene su feed-back hacia la investigación, sino como la mera aplicación de paquetes tecnológicos dados.

sector industrial particular que es el software. Como el software se integra en un área tecnológica más amplia, las TIC, se tendrán en cuenta también las áreas diagonales que inciden en su desarrollo y difusión.

2. Marco teórico: definición y articulación de conceptos.

La construcción de un marco teórico amplio que permita comprender este proceso de cooperación en todas sus dimensiones hace necesario contar con un esquema de integración conceptual. Este esquema debe permitir una articulación transversal a los campos de estudio considerados. Con este fin se utiliza un modelo desarrollado por Buzan y Little (2000) en el que se consideran dos variables: niveles de análisis y fuentes de explicación.

Este modelo surgió a partir del debate entre enfoques “reduccionistas” (basados en la unidad estatal) y “holistas” (basados en el sistema internacional) en el campo de las Relaciones Internacionales. Si bien los trabajos clásicos privilegiaron el nivel sistémico para explicar el funcionamiento de las relaciones entre estados, desde los ´70 predomina la noción de que ambos enfoques son necesarios para alcanzar una comprensión completa de las relaciones internacionales.

Como modo de abordar la complejidad del problema, Barry Buzan (1995) propuso trabajar en la intersección de dos esquemas: uno ontológico y otro epistemológico. En el esquema ontológico identificó distintos “niveles de análisis” definidos como “...unidades de análisis organizadas bajo el principio de escala espacial (pequeño a grande, individuo a sistema). En este sentido, los niveles son localizaciones donde efectos y fuentes explicativas pueden ser ubicadas” (Buzan, 1995: 204). El modelo propuesto abarca individuos, sub-unidades, unidades, subsistema y sistema, cuyas particularidades pueden definirse en función del tema a analizar. Para este trabajo, el sistema es el sistema internacional en su conjunto, las unidades son los estados y las sub-unidades son los grupos de investigación que participaron en proyectos de cooperación.

La diferenciación de niveles a partir de este esquema ontológico es una decisión metodológica que tiene el objetivo de facilitar la integración de

conceptos provenientes de diferentes disciplinas. De esta manera, para cada nivel de análisis, se definen conceptos para explicar distintas interacciones en relación con el campo tecnológico elegido.

El esquema epistemológico define “... diferentes tipos o fuentes de explicación para un fenómeno observado” (Buzan, 1995: 204). Se trata de variables que explican el comportamiento de un nivel en particular. Buzan observó que en el debate teórico de las relaciones internacionales han predominado tres fuentes explicativas: capacidad de interacción, estructura y proceso.

La *capacidad de interacción* se relaciona con el grado de desarrollo del transporte, la comunicación y la organización en el sistema. Se refiere concretamente a “...capacidades tecnológicas, normas y organizaciones compartidas” (Buzan, 1995: 210) que afectan el tipo e intensidad de interacción entre unidades del sistema o subsistema o dentro de la unidad o sub-unidad. Son por lo tanto características que definen en sí a las unidades y, a su vez, fuerzas que moldean sus interacciones, tomando aspectos tecnológicos y sociales.

Como fuente de explicación se concentra en “...los tipos e intensidad de interacción que son posibles dentro de una determinada unidad/subsistema/sistema en el punto de análisis: cuántos bienes e información pueden ser movilizados, sobre qué distancias, a qué velocidad y a qué costos” (Buzan, 1995: 205).

La *estructura* se entiende “...como el principio por el cual se organizan las unidades del sistema. La estructura se centra en cómo las unidades se diferencian, cómo se organizan en un sistema y cómo se posicionan en relación entre unas y otras en términos de capacidades relativas” (Buzan, 1995: 205). Como fuente de explicación, intenta comprender hechos y procesos que son determinados por la distribución de poder en el sistema.

Finalmente, el *proceso* da cuenta de las interacciones entre unidades, en particular, patrones durables o recurrentes en esas interacciones. “El proceso se focaliza en cómo efectivamente interactúan las unidades entre ellas dentro de las restricciones de la capacidad de interacción y la estructura y,

particularmente, en patrones durables o recurrentes en la dinámica de las interacciones” (Buzan, 1995:205). En esta categoría se incluyen dinámicas como guerra, alianzas, balance de poder, carrera armamentista, dilemas de seguridad y diversos patrones de relaciones económicas, lo cual nos permite incluir también la cooperación en ciencia y tecnología.

La intersección de los esquemas ontológico y epistemológico permite por lo tanto identificar diversas fuentes de explicación en cada unidad de análisis (cuadro 1).

Cuadro 2: Niveles de análisis y fuentes de explicación

Unidad de análisis	Fuentes de explicación		
	Capacidad de interacción	Estructura	Proceso
Sistema Internacional			C
			O
			O
			P
			E
Estados			R
			A
			C
			I
			O
Grupos de investigación			N

Fuente: Elaboración propia a partir de Buzan, 1995 y Buzan y Little, 2000.

Esta tesis considera a la cooperación científica y tecnológica internacional como un proceso que atraviesa los niveles de análisis mencionados. Considerada como proceso, el análisis de la cooperación se concentrará en los procesos de politización, generación, apropiación y difusión de las TIC, más que en su utilización. De esta manera, las tecnologías no se toman como elementos externos que posibilitan la interacción entre distintos actores o determinan la estructura del sistema, sino que se estudian como parte de interacciones sociales, políticas y económicas que tienen lugar en

los tres niveles. De todas maneras, la concentración en el proceso no excluye tener en cuenta las otras dos fuentes de explicación, en tanto resultan elementos que pueden facilitar o limitar estos procesos.

Partiendo del esquema desarrollado, se presentan a continuación los principales conceptos que permiten describir y comprender los aspectos que incidieron en los procesos de cooperación estudiados. En el primer nivel se utilizan conceptos para analizar la estructura de ideas, capacidades materiales e instituciones que configuraron el modo en que las TIC se transformaron en objeto de política internacional de cooperación. En el nivel estatal se articulan conceptos para caracterizar y comparar aspectos económicos, políticos y tecnológicos de Argentina y Alemania vinculados con el campo de las TIC. Para el nivel de los grupos de investigación se incluyen conceptos derivados de la economía y los estudios sociales de la ciencia que permiten analizar las interacciones que tuvieron lugar entre instituciones, investigadores y tecnologías durante los procesos de cooperación. También se elabora finalmente un concepto “internivel” que facilita la posterior articulación de los tres a partir de una perspectiva socio-técnica.

2.1. El sistema internacional.

Durante la década del '90 y particularmente hacia fines de la misma, las TIC adquirieron relevancia en los foros de discusión internacionales, especialmente en la OCDE y el PNUD. Este proceso de politización forma parte del contexto en que tuvieron lugar los procesos de cooperación entre Argentina y Alemania en el campo de las tecnologías informáticas. Este contexto será brevemente analizado teniendo en cuenta tres conceptos: estructura histórica, poder estructural y paradigmas tecno-económicos.

2.1.1. Estructura histórica.

Dentro de las perspectivas críticas de las Relaciones Internacionales, los trabajos de Robert Cox resultan un aporte significativo para entender el

desarrollo y difusión de tecnologías dentro de marcos estructurales más amplios. Partiendo de una perspectiva gramsciana, Cox analiza tres niveles de actividad social que se interrelacionan: las fuerzas sociales, los estados y los órdenes mundiales. Estos tres niveles se configuran a partir de distintas estructuras históricas, definidas como tipos ideales que comprenden “...prácticas sociales persistentes, creadas por la actividad humana colectiva y transformada por la actividad humana colectiva” (Cox, 1987: 4). Estas prácticas, pueden tomar la forma de lenguajes, sistemas legales, organizaciones de producción o instituciones políticas que son socialmente construidos y constituyen un marco para la acción. Al ser el resultado de la acción social, las estructuras cambian a lo largo del tiempo dando lugar a diferentes estructuras históricas. Una estructura histórica es por lo tanto una “...combinación particular de modelos de pensamiento, condiciones materiales e instituciones humanas que tienen cierta coherencia entre sus elementos” (Cox, 1986: 141) Si bien éstas no son determinantes mecánicos para la acción, conforman el contexto de hábitos, presiones, expectativas y limitaciones dentro de los cuales la acción se desarrolla y por tanto se ve influida. De este modo, una estructura histórica es una configuración particular de capacidades materiales, ideas e instituciones.

Para Cox, las capacidades materiales “[e]n su forma dinámica existen como capacidades tecnológicas y organizativas y en sus formas acumuladas como recursos naturales que pueden ser transformados con tecnología, stocks de equipamiento (por ejemplo, industrias y armamentos) y la riqueza de que se pueda disponer” (Cox, 1987:142).

En el campo de las ideas, Cox diferencia, por un lado, aquellas que constituyen la base común del discurso en una estructura histórica particular, esto es “...pensamientos intersubjetivos o nociones compartidas de la naturaleza de las relaciones sociales que tienden a perpetuar hábitos y expectativas de conducta”, como, por ejemplo la noción de soberanía y anarquía en un sistema de estados o la identificación de las desigualdades entre estados a partir del concepto de desarrollo y subdesarrollo. Esto es comparable con la visión constructivista de Ruggie, cuando se refiere a las ideas como “creencias intersubjetivas” sostenidas por una intencionalidad

colectiva acerca de su validez (Ruggie, 1998). Este núcleo de creencias compartidas tiene varias funciones para el sistema de estados: no sólo crea derechos y responsabilidades, sino también crea significados. Para Cox, un segundo grupo de ideas, se refiere a, "...imágenes colectivas del orden social que tienen diferentes grupos...", las cuales pueden ser diversas y opuestas dentro de una misma estructura, representando por ello alternativas al orden prevaleciente y siendo por lo tanto motores de cambio. Dentro de este segundo grupo, hay ideas que logran imponerse consolidando un orden hegemónico como el caso de las ideas neoliberales en los '90. Tanto el primero como el segundo conjunto de ideas son importantes para entender el contexto en que se produjeron discursos acerca de la importancia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y el rol del estado en su promoción.

Para explicar la existencia de un orden hegemónico, Cox agrega la noción de instituciones, entendidas como una "...amalgama de ideas y poder material, que a su vez, influyen el desarrollo de ideas y capacidades materiales". Las instituciones son, desde esta perspectiva y coincidiendo con la visión de Susan Strange, un medio de estabilizar y perpetuar un orden particular. En esta categoría se pueden incluir aquellos organismos internacionales que establecieron definiciones y políticas sobre TIC, particularmente la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Programa de las Naciones para el Desarrollo (PNUD) y organizaciones privadas que definen estándares para el sector.

El método de las estructuras históricas es aplicable para describir tres niveles o esferas de actividad: la organización de las fuerzas sociales de acuerdo al modo de producción, las formas de estado y los órdenes mundiales. Estas tres esferas mantienen a su vez una influencia recíproca. Es decir que determinadas fuerzas sociales tienen su correlato en la forma de estado y de orden mundial. De este modo, Cox se concentró especialmente en explicar el cambio de una estructura a otra.

En un trabajo de 1987, Cox dio un espacio relevante a la tecnología dentro de estos conceptos. Consideró que la tecnología era un medio para resolver problemas prácticos de la sociedad, que era creado por las "fuerzas

sociales”, dentro de una estructura histórica particular. La definición de qué problemas serían resueltos y qué clase de soluciones serían aceptables eran entonces determinadas por quienes detentaban poder social en esta estructura (Cox, 1987: 21).

En este sentido, también tuvo en cuenta que el desarrollo tecnológico no es un proceso que evoluciona en forma lineal y exclusivamente basado en mejoras técnicas. Por el contrario, las tecnologías dominantes coexisten con tecnologías anteriores en un complejo de relaciones jerárquicas, que reflejan relaciones de poder: “Diferentes métodos de producción están vinculados en un sistema de complementariedades y compatibilidades. Las nuevas tecnologías no necesariamente desplazan a las anteriores; se relacionan con ellas, dividiendo y alocando la producción entre ellas” (Cox, 1987: 318). Asimismo, la coexistencia de distintas tecnologías expresa a su vez relaciones de poder entre los grupos que están vinculados a cada una de ellas. A partir de esta visión, Cox destacaba la relación entre difusión de tecnologías y la estructura del sistema internacional al afirmar que “...la descripción del patrón global de tecnologías de producción es un mapa de las relaciones de poder globales” (Cox, 1987: 318).

Teniendo en cuenta esta relación, la internacionalización de la producción determinaba para Cox una estructura centro-periferia a escala mundial, donde “...[l]as fases más capital-intensivas de la producción y la innovación de las tecnologías más sofisticadas mediante investigación y desarrollo tienen lugar en el centro. Las fases más trabajo –intensivas y de tecnologías estandarizadas se mueven hacia la periferia.” (Cox, 1987: 319)

Resumiendo entonces, el modelo propuesto por Cox no toma a la tecnología como un dato exógeno que, o bien determina una estructura de poder o bien incide en la interacción entre estados. Por el contrario, la producción y difusión de tecnologías se entiende como el resultado de un proceso social, que ocurre en el marco de una particular configuración de ideas, capacidades materiales e instituciones. Este proceso tiene lugar dentro de estructuras históricas hegemónicas, que en el nivel del orden mundial dan forma a una división entre centro y periferia. De este modo, el modelo de Cox da cuenta de una relación más dinámica entre proceso y estructura y

proporciona elementos para comprender el predominio de ciertas tecnologías por sobre otras, especialmente en un doble sentido. Por un lado, la estructura de poder de este sistema y el orden resultante constituyen elementos que inciden -restringiendo o promoviendo- en el desarrollo y difusión de tecnologías. Por otro lado, estos procesos de desarrollo y difusión son también elementos constitutivos de esta estructura y por lo tanto factores de cambio posible. Para este trabajo, la utilidad del modelo está dada por su capacidad para describir las características del orden mundial vigente en el período analizado, restringido al área de las TIC.

2.1.2. Poder estructural

Para comprender el funcionamiento de un orden hegemónico es necesario entender también cómo funciona el poder, de manera dinámica, dentro del mismo. Para ello se requiere ampliar la noción de capacidades materiales propuesta por Cox, pues esta definición hace referencia a la disponibilidad de recursos y a su potencial de transformación, pero no considera la dinámica de ejercicio de poder a partir de estos elementos.

En los enfoques clásicos de las Relaciones Internacionales, la definición del poder ha estado asociada principalmente a los recursos materiales que disponen los estados y a su capacidad y voluntad de utilizarlos para incidir en la conducta de otros estados. Esta visión del poder es la que Susan Strange identifica como “poder relacional”, el cual “...es percibido como un conjunto de capacidades y como una propiedad de las personas o las sociedades organizadas de los estados-nación” (Strange, 2003: 46).

Sin embargo, trascendiendo el enfoque estado-céntrico y a fin de entender la dinámica de funcionamiento del poder en el nivel del sistema internacional, Strange desarrolló el concepto de “poder estructural”. Éste se refiere a un “...rasgo propio de las relaciones, como un proceso social que influye en los resultados de las acciones, como la forma en que el sistema opera poniendo en ventaja a unos y en desventaja a otros y dando prioridad a unos valores sociales sobre otros” (Strange, 1988: 24). El poder estructural “... es el poder de dar forma y determinar las estructuras de la economía política

global dentro de la cuál otros estados, sus instituciones políticas, sus empresas económicas y (no por último) sus científicos y otros profesionales tienen que operar” (Strange, 1988: 24-25). Se trata del poder de dar forma a los marcos dentro de los cuales estos actores se relacionan entre sí.

Esta concepción permite entender el ejercicio del poder como algo que puede no ser deliberado u orientado a influir concientemente sobre otros, sino de una manera inconsciente, y lleva a la conclusión de que “los mercados” de hecho ejercen este tipo de poder. Esto refleja lo que para Strange ha sido “un vuelco en el equilibrio de poder de los estados a los mercados” (Strange, 2003: 54) y que elimina la distinción entre poder político y poder económico.

Para analizar este tipo de poder, Strange identifica cuatro fuentes que interactúan entre sí: control sobre la seguridad, la producción, el crédito y el conocimiento, creencia e ideas. El actor que posee alguna de estas clases de poder estructural “... puede cambiar el rango de opciones abierto a los otros, sin poner aparentemente presión directa sobre ellos para tomar una decisión o hacer una elección en lugar de otras. Este poder es menos visible” (Strange, 1988: 31).

En el caso del conocimiento, la tecnología resulta de especial incidencia en las otras tres áreas y está relacionada con el poder de acceder y privar del acceso de otros al misma, así como controlar los canales de a través de los cuales se comunica (Strange 1988)

Para el caso de las Tecnologías Informáticas, las grandes corporaciones norteamericanas han dispuesto de poder estructural para definir las reglas y la arquitectura de los sistemas de información y comunicación, actuando muchas veces en conjunto con el Estado. En gran medida, lo han hecho a través del desarrollo de tecnologías que se establecieron como estándares de facto para el mercado y conformando alianzas estratégicas que concentraron el mercado y ligaron los mercados de software y hardware⁵. En Estados Unidos, las empresas y el estado poseen en conjunto todos los elementos de

⁵ El caso paradigmático ha sido la alianza entre Intel y Windows, dando origen a lo que algunos han dado en llamar “*wintelism*”.

poder estructural, de modo que excluyen a otros actores de este poder y condicionan su marco de acción.

Hasta aquí entonces, los conceptos de estructura histórica y poder estructural se articulan y adaptan para comprender un tipo particular de “orden internacional hegemónico” estrictamente en relación con el campo de las TIC. Por lo tanto, las ideas remiten a los significados predominantes sobre su utilidad y sobre los roles del estado y las empresas en su desarrollo; las capacidades materiales son entendidas como poder estructural en el sector; y las instituciones incluyen aquellas que incidieron en la definición de conceptos y políticas internacionales para su desarrollo y difusión. Para ampliar el concepto de “ideas” vinculándolo con aspectos tecnológicos, resulta útil apelar a la noción de paradigma tecno-económico.

2.1.3. Paradigmas tecnológicos y tecno-económicos.

La noción de paradigma se ha utilizado ampliamente para describir diversas implicaciones que tienen el desarrollo y difusión de las TIC, particularmente en términos de transformación social (sociedad del conocimiento) y productiva (economía del conocimiento). En estas expresiones, el concepto de paradigma se ha utilizado de diversas maneras, resultado una idea dominante en el discurso político.

La noción de “paradigma tecnológico” se ha desarrollado en el campo de la economía, con el fin de explicar el cambio técnico o los procesos de innovación que se vinculan directamente con cambios en la economía. A partir de este concepto, Giovanni Dosi realizó una analogía con la noción de paradigma científico de Kuhn, destacando que existe una gran similitud entre la naturaleza y los procedimientos de la ciencia y los de la tecnología.

Según la definición de Dosi, un paradigma tecnológico es un programa de investigación, es decir, “...un modelo y un patrón de resolución de problemas tecnológicos seleccionados, basados en principios seleccionados derivados de las ciencias naturales y con materiales tecnológicos seleccionados...” (Dosi, 2003: 107). En este sentido, un paradigma define contextualmente las metas a ser satisfechas, los principios específicos

utilizados a tal fin y la tecnología material a ser utilizada. Es por lo tanto dos cosas: un conjunto de ejemplos (artefactos básicos que serán desarrollados y mejorados) y un conjunto heurístico (hacia dónde vamos desde aquí?, donde deberíamos buscar?, sobre qué conocimiento nos deberíamos basar?) (Dosi, 1988: 224). De este modo, un paradigma contiene fuertes prescripciones acerca de la dirección del cambio técnico, con lo cual excluye otras posibilidades tecnológicas y define cierta idea de “progreso”. Respecto a esta idea de progreso, Dosi destacó que surge a partir de una serie de mejoras en los intercambios entre varias dimensiones: “la tarea genérica a la cual se aplica”, “la tecnología que se selecciona”, “las propiedades físico-químicas para las que se aprovecha”, “las dimensiones tecnológicas y económicas” y “las concesiones recíprocas en las que se concentra” (Dosi, 2003: 108). Teniendo en cuenta estas dimensiones y la idea de progreso, es importante notar que existe una relación estrecha entre un paradigma tecnológico vigente y la noción de utilidad de las tecnologías clave que lo integran, así como de su efectividad. En este sentido, actúa como un condicionamiento ideológico para la definición de políticas de generación y difusión de tecnologías, particularmente dentro de lo que se considera como procesos de innovación “normal”.

El concepto de paradigma tecnológico busca explicar tanto continuidades como cambios. Las continuidades se explican como los procesos de innovación "normal" que se desarrollan dentro de un paradigma aceptado y siguiendo un patrón de soluciones en base al mismo, esto es una “trayectoria tecnológica”. De este modo, para Dosi los paradigmas tecnológicos canalizan la innovación hacia ciertas direcciones en lugar de otras, a partir de factores económicos y técnicos: “...una trayectoria tecnológica (...) es la actividad de progreso tecnológico a lo largo de los intercambios económicos y tecnológicos definidos por el paradigma...” (Dosi, 1988: 225)

También se intenta explicar algunas rupturas, ya que el paso de un paradigma a otro da cuenta de las discontinuidades que se producen en el desarrollo tecnológico cuando surgen cambios técnicos extraordinarios. Dosi reconoce que entre los diversos cambios técnicos posibles, opera un “aparato de selección” integrado por fuerzas económicas y factores

institucionales y sociales que consolidan un paradigma entre otros (Dosi, 1984:113). Este modelo presenta, en principio tres problemas al intentar incluir factores no tecnológicos en el proceso de cambio paradigmático. En primer lugar, para explicar la selección Dosi se basa en un modelo lineal de innovación, esto es, el proceso que abarca investigación científica-tecnología-producción como una sucesión de etapas que van de la ciencia a la economía. De este modo, deja de lado las interacciones y *feed backs* que tienen lugar en diferentes direcciones dentro de cualquier proceso de innovación, pues, en su modelo, lo relevante para el cambio de paradigma son las innovaciones radicales, relacionadas con el desarrollo científico. En segundo lugar, cuando toma factores institucionales y sociales como parte del aparato de selección, considera que éstos actúan *ex post*, es decir una vez que se han desarrollado algunas opciones tecnológicas⁶. En consecuencia, los factores institucionales y sociales no forman parte de un mismo proceso constitutivo de la tecnología. En tercer lugar, y en relación directa con la segunda observación, el modelo no considera la incidencia de diferencias de poder entre diversos actores relacionados con el desarrollo tecnológico, que permiten la consolidación de un paradigma en lugar de otro.

Carlota Perez y Christopher Freeman (1988) intentaron dar un paso más en la explicación de grandes cambios tecnológicos y desarrollaron el concepto más amplio de “paradigma tecno-económico”, para describir aquellos cambios que afectan no sólo la estructura de costos y las condiciones de producción y distribución, sino también todas las ramas del sistema económico. Se trata de un concepto “macro tecnológico” (o régimen) que se refiere a amplios clusters de paradigmas (Dosi, 1988: 225).

La noción de paradigma tecno-económico contempla que el cambio tecnológico tiene efectos omnicomprendivos en casi todas las ramas de la economía. Transciende por lo tanto la noción de paradigma tecnológico pues los cambios “...van más allá de las trayectorias técnicas de un producto específico o tecnologías de proceso y afecta la estructura de costos y las condiciones de producción y distribución a través de todo el sistema”

⁶ Por el contrario, algunos criterios económicos (rentabilidad potencia, posibilidades de comercialización) operan *ex ante* y otros relacionados con la demanda actúan *ex post*

(Freeman y Pérez, 1988: 47). Un paradigma tecno-económico se define como "...la combinación de productos y procesos interrelacionados, innovaciones técnicas, organizacionales y administrativas que implican un salto cuantitativo en el potencial de productividad de toda o de la mayor parte de la economía y abre un amplio rango de oportunidades de inversión y ganancias" e "...implica una única nueva combinación de ventajas técnicas y económicas decisivas" (Freeman y Pérez, 1988: 48). Debido a su amplitud, este concepto resulta adecuado para explicar de qué manera se concibieron en un nivel internacional los procesos técnicos y económicos generados en torno a las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Lo que permanece igual al concepto de paradigma tecnológico es la función que desempeña un paradigma como factor de restricción, una vez que se instala: "...una vez establecido como influencia dominante sobre los ingenieros, diseñadores y gerentes, se vuelve un "régimen tecnológico" por varias décadas" (Freeman y Pérez, 1988: 47). Para Freeman y Pérez, este régimen sólo se establece luego de una crisis de ajuste estructural, que incluye cambios institucionales y sociales profundos, así como el reemplazo de las ramas hasta entonces propulsoras de la economía⁷. La explicación de todos estos cambios se realiza a partir del surgimiento de un "factor clave" que genera "tipos ideales" de organización productiva organización de las empresas, perfil de capacidades laborales necesarias y de los bienes de capital utilizados. Aquí se encuentra por lo tanto un elemento central del concepto de paradigma tecno-económico: la identificación de un insumo o grupo de insumos considerados como "factor clave" dentro del mismo. El factor clave se caracteriza por su bajo costo relativo, su amplia disponibilidad por un largo período y su potencial de aplicación en varios productos o procesos. Se destaca también que surge en el centro de un sistema de cambios técnicos, sociales y administrativos relacionados con su producción y su utilización (Freeman y Pérez, 1988:47). Aquí también se incorporan al concepto otros factores no tecnológicos, pero no como parte del proceso de creación de tecnologías en un sentido constructivista, sino

⁷ Esto les permite interpretar los largos ciclos económicos de Shumpeter como una sucesión de paradigmas tecno-económicos.

como elementos que componen la oferta y la demanda y los regímenes regulatorios de las mismas.

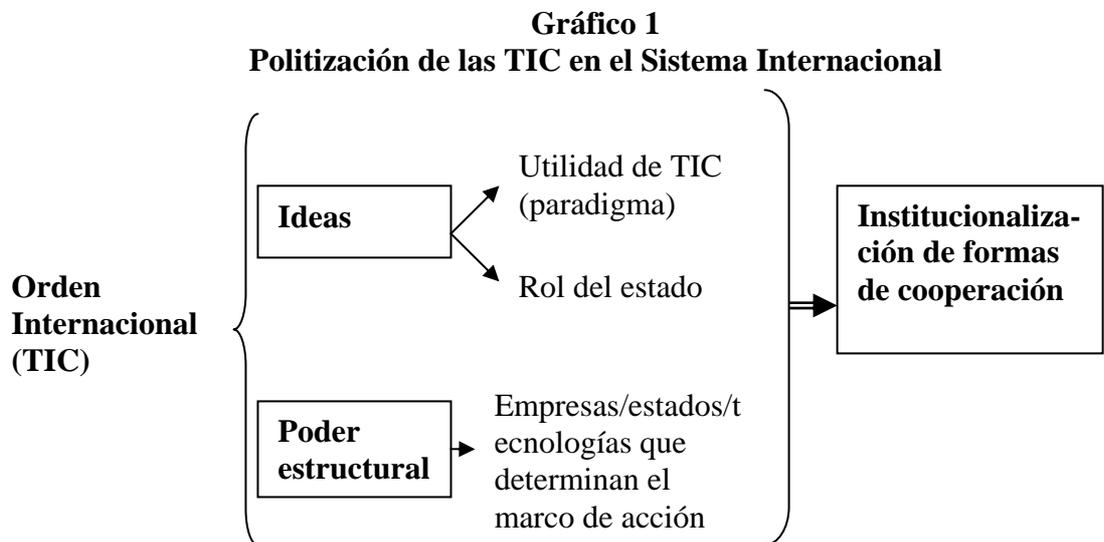
Otro aspecto que cabe analizar en este marco, es la noción de transición de un paradigma a otro y la aparición de lo que Perez y Soete (1988) denominan “ventanas de oportunidad”. Para los autores estas ventanas se abren en el momento de transición, cuando las tecnologías presentan discontinuidades (lo que Shumpeter denomina proceso de “destrucción creativa”) en su proceso de evolución “normal”. En este sentido sostienen que estas rupturas presentan la posibilidad para los países en desarrollo de “alcanzar” o incluso “sobrepasar” (*leap-frog*) a los países desarrollados. De acuerdo con esta visión, las discontinuidades rompen lo que sería un círculo vicioso en el que los países con mayor acumulación de conocimientos y desarrollo tecnológico previo obtendrían siempre las ventajas económicas de los cambios, mientras el resto permanecería retrasado. Esta idea ha tenido un fuerte impacto en el discurso político sobre TICs.

Teniendo en cuenta los elementos mencionados, ¿cuál es el lugar que tiene la noción de “paradigma” en este trabajo? En primer lugar, el concepto hace referencia a un proceso que tiene alcance global, esto es, que se produce en el nivel del sistema internacional, más allá de las fronteras estatales y por lo tanto permite insertar conceptos relativos al cambio tecnológico en un marco de análisis de política internacional. En segundo lugar, lo importante para la tesis, es tomarlo como factor ideológico que forma parte del marco discursivo de la cooperación, a partir de cierta definición de la utilidad de las tecnologías y estableciendo restricciones respecto a su sendero de desarrollo. Es decir que, si bien el modelo tiene debilidades para explicar la transición de un paradigma a otro al no considerar factores sociales como elementos constitutivos del proceso de cambio tecnológico, lo cierto es que resulta un primer paso útil para comprender los procesos socio-técnicos que tiene lugar dentro de lo que los actores consideran un paradigma vigente y que podríamos caracterizar como hegemónico. Por lo tanto, este trabajo se focalizará en las consecuencias que trae aparejadas la hegemonía del denominado paradigma de las tecnologías de la información en los procesos de politización de las TICs. En particular, las ideas sobre la utilidad

específica que el paradigma confiere a las tecnologías informáticas, tienen consecuencias para la acción en el nivel global y local. En el nivel global, actúan como un elemento constitutivo de la división centro-periferia en ciencia y tecnología (la denominada “brecha digital”), mientras que en plano local condicionan en gran medida las políticas sobre generación, difusión y utilización de las mismas en los países periféricos.

2.1.4. Articulación y función de los conceptos en la tesis.

En el siguiente gráfico se detalla como se articulan estos conceptos para caracterizar bajo qué supuestos y condicionamientos de poder estructural las TIC fueron tomadas como objeto de la política internacional. Asimismo se puede observar cómo se cristalizaron estos elementos en instituciones interestatales y privadas.



El punto de partida es la noción del orden internacional que se conformó en torno a las TIC. Este incluye ideas predominantes sobre la utilidad de estas tecnologías y sobre el rol de los estados en su desarrollo y difusión, así como una configuración de poder estructural que fija el marco de acción

para los estados, las empresas y los investigadores. Este orden se cristalizó en el discurso de dos instituciones interestatales, la OCDE y el PNUD y en organizaciones privadas promotoras de estándares técnicos.

La importancia de comprender de qué manera se trataron estas tecnologías en el plano de la política internacional y cuáles eran sus condicionantes materiales, es poder observar cómo esto incidió en el proceso de cooperación entre Argentina y Alemania estudiado.

2.2. Los estados nacionales.

El análisis del nivel estatal tiene el objetivo de describir y comparar los complejos institucionales, los contextos económicos y las ideas que conformaron el proceso de politización de las TIC en Argentina y Alemania. Esta comparación es útil para identificar las similitudes y diferencias de los ámbitos locales que entraron en contacto a partir de la cooperación, así como de los intereses más amplios que la promovieron. Se consideran por lo tanto tres conceptos para el análisis: los sistemas públicos de ciencia y tecnología -inmersos en Sistemas Nacionales de Innovación-; las políticas científicas y tecnológicas y los intereses de política exterior en el marco de los cuales se desarrollaron los procesos de cooperación.

2.2.1. Sistemas de Ciencia y Tecnología y Sistema Nacional de Innovación (SNI).

Considerando a la cooperación internacional en ciencia y tecnología como una política pública, se prestará especial atención a las características de los sistemas científico-tecnológicos de los países analizados, en el contexto más amplio de sus Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). La función de estos conceptos es describir y comparar los entramados de políticas e instituciones que entraron en relación a través la cooperación entre Argentina y Alemania.

Los sistemas científico-tecnológicos constituyen un conjunto de instituciones creadas y sostenidas por el estado con el fin de promover actividades relacionadas con la promoción del desarrollo científico y tecnológico. La referencia a un “sistema” no implica una integración armónica de las partes que lo componen, sino que intenta dar cuenta de la existencia de interrelaciones entre los mismos. Estos sistemas funcionan en el marco de lo que podría denominarse un “tejido de relaciones” en el que se vinculan actores del gobierno, la sociedad y la comunidad de investigación (Dagnino y Thomas, 1999). Una de las funciones que desempeña este tejido es la determinación de “campos de relevancia” que constituyen el objeto principal del trabajo de los investigadores.

La idea de “tejido de relaciones” adquiere una forma más compleja en el concepto de Sistemas Nacionales de Innovación, que vincula estas relaciones con el cambio tecnológico y el valor económico del conocimiento. De esta manera, el concepto de SNI resulta útil para analizar actores, políticas, dinámicas económicas y de producción de conocimientos y tecnologías que interactúan localmente y que son asimismo influidos por factores externos.

Tomando la definición de Lunvall, un SNI “...está constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de nuevos conocimientos económicamente útiles, y (...) comprende elementos y relaciones situados dentro de los límites del estado nacional” (Lundvall, 1992: 2). Estos sistemas no siempre funcionan en forma virtuosa. Esto significa que en muchos casos los elementos del sistema se refuerzan mutuamente para promover procesos de innovación y aprendizaje, mientras, en otros, se combinan en constelaciones que bloquean esos procesos.

Los SNI constituyen un modelo dinámico, en el que tienen lugar procesos de retroalimentación y reproducción. Estos procesos no son homogéneos o estandarizados sino que se relacionan con particularidades locales, de modo que diferentes SNI reflejan diferentes modos de innovación, independientemente de los resultados observables en indicadores cuantitativos como la cantidad de patentes producidas o el crecimiento del PBI.

Además de las particularidades locales de los SNI, su funcionamiento tiene que ser comprendido también en relación con otros dos niveles que destaca Lundvall (1992). Por un lado, un subsistema internacional integrado por los países más ricos, formalizado en la OCDE, cuya meta es fortalecer el crecimiento económico de sus países y a la vez evitar conflictos económicos entre sí. Por otro lado, un sistema internacional en el que se destaca la sustentabilidad ecológica y la reducción de la extrema inequidad social mundial.

Si bien el concepto de SNI es complejo y no se agota en estas definiciones, a los fines de ampliar la comprensión de cómo funcionan los sistemas científico-tecnológicos de cada país, interesa subrayar dos aspectos. En primer lugar el carácter “nacional”, permite dar cuenta de un espacio local de relaciones que entra contacto con elementos externos (grupos de investigación extranjeros, agencias de cooperación, empresas, etc.). No se trata de sistemas cerrados, sino que existen distintas modalidades de apertura y relaciones internacionales evidentes en los procesos de cooperación. En segundo lugar, se incluyen en este espacio distintos actores públicos y privados interrelacionados de alguna manera, que dan lugar a unaco-construcción entre tecnologías, empresas e instituciones públicas. Estaco-construcción no es necesariamente convergente, pues en sistemas altamente fragmentados esta puede ser divergente (Címoli y Dosi, 1994). Ambos aspectos resultan útiles para comparar cómo funcionan los sistemas estatales de ciencia y tecnología de Argentina y Alemania y cómo incide esto en el proceso de cooperación entre ambos países.

También es necesario comprender el funcionamiento de estos sistemas en relación con aspectos políticos, sociales y económicos locales, a partir de las características del régimen político y del régimen social de acumulación en cada país. José Nun (1995) destaca la importancia de estos dos componentes del sistema político para analizar la evolución de la política científica y tecnológica en Argentina.

El régimen social de acumulación (RSA) se refiere al “...conjunto complejo e históricamente situado de las instituciones y de las prácticas que inciden en el proceso de acumulación de capital, entendiendo este último como una

actividad microeconómica de generación de ganancias y toma de decisiones de inversión.” (Nun, 1995: 60). Este régimen tiene un ciclo de vida que atraviesa tres fases: 1) emergencia, 2) consolidación y expansión y 3) agotamiento y decadencia. En particular, en el segundo momento, el régimen social de acumulación se vuelve parte del contexto natural en que operan los actores y en este sentido otorga cierto grado de previsibilidad: “...un RSA constituido se apoya en marcos institucionales, en prácticas y en interpretaciones de diverso tipo que les aseguran a los agentes económicos ciertos niveles mínimos de coherencia en el contexto en que operan” (Nun, 1995: 61)

Por otro lado, el régimen político de gobierno comprende tanto instituciones –legislaturas, burocracia civil, partidos y grupos de intereses-, como los problemas de representación y comportamiento político. Los cambios en la naturaleza y la lógica del sistema político pueden deberse a cambios en el régimen político de gobierno, en el régimen social de acumulación o ambos que terminan articulándose. Estos cambios inciden, por supuesto, en la definición de políticas públicas como las de ciencia y tecnología e inciden en la orientación del sistema de instituciones científicas y tecnológicas estatales.

2.2.2. Políticas sobre ciencia y tecnología.

Los procesos de cooperación estudiados forman parte de la política científica y tecnológica desarrollada por los estados. Es importante por lo tanto analizar ésta última en cada país, específicamente en el campo de las tecnologías informáticas.

Para comenzar el análisis, se tiene en cuenta la distinción que realizan Elzinaga y Jamison (1995), entre “política de la ciencia” y “política científica”. Esta última precisa un área de política pública, definida como “...medidas colectivas tomadas por un gobierno, por un lado, con el fin de promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, y, por otro, de explotar los resultados de la investigación para objetivos de política general” (Salomón, 1997:45-46, citado en Elzinaga y Jamison 1995:572-

573). Una primera consideración es que en países periféricos se observa más énfasis en el cumplimiento del primer objetivo, mientras en los países centrales las políticas cumplen con los dos. Tomando esta categoría, se analizan las políticas explícitas que los gobiernos de Argentina y Alemania han desarrollado en el período estudiado. La referencia a “política explícita” se toma de Amílcar Herrera (1995), quien se refiere a ésta como “la que se expresa en leyes, reglamentos y estatutos de los cuerpos encargados de la planificación de la ciencia” y “constituyen el cuerpo de disposiciones y normas que se reconocen comúnmente como la política científica de un país” (Herrera, 1995:125) Esta categoría se diferencia de la “política implícita”, que Herrera define como la que realmente determina el papel de la ciencia en la sociedad. Ésta es, sin embargo, más difícil de identificar porque carece de una estructuración formal. “En esencia, expresa la demanda científica y tecnológica del “proyecto nacional” vigente en cada país” (Herrera, 1995:125).

Para Elzinaga y Jamison, el segundo concepto, la “política de la ciencia”, se refiere a la relación entre ciencia y poder, a la movilización de la ciencia como recurso en las relaciones internacionales, al uso que hacen de ella grupos de interés o clases sociales para aumentar su influencia y al ejercicio de un control social sobre el conocimiento. En estos términos, la política de la ciencia no está desligada de la política científica, en tanto la definición de la misma es producto de grupos que detentan el poder en el campo.

La relación entre política científica y política de la ciencia está presente en el vínculo entre el nivel internacional y el nacional, a través de la difusión de ideas que inciden en la formulación de políticas locales. En este sentido, se puede afirmar que las doctrinas de la OCDE han influenciado las políticas seguidas por los gobiernos de los países centrales. Esta organización constituye un foro donde los ministerios responsables de la ciencia en las naciones industriales líderes de occidente formulan un marco común de referencia. Concretamente, “[E]n momentos particulares de tiempo, los documentos de paneles internacionales e interdisciplinarios de la OCDE han diagnosticado problemas, detectado nuevos temas y articulado supuestos y principios que guiaron la formulación de políticas científicas en los estados

miembro.” (Elzinaga y Jamison, 1995). Lo interesante es dar cuenta de que estos marcos de referencia son también tomados por los países periféricos que no participan en su elaboración como integrantes de la organización, pero los incorporan en sus políticas.

Con respecto a la formulación de las políticas científicas, es necesario considerar que puede haber también procesos de “no-decisión” (“*non-decision making*”). Esta idea introducida por Bachrach y Baratz (1963), da cuenta de que los núcleos de poder no sólo presionan para la toma de ciertas decisiones, sino que también definen la agenda y establecen qué cuestiones no deben aparecer en ella. De esta manera se ejerce poder cuando los actores políticos refuerzan un sistema de valores y prácticas institucionales que limitan el área de decisiones, dejando otras fuera del mismo. La no decisión puede considerarse por lo tanto como política implícita en dos casos: cuando no se implementa efectivamente la política explícita o cuando esta ni siquiera se formula. De esta manera, es posible dar cuenta de la complejidad del proceso de formulación de la política científica y tecnológica, inmerso en una permanente tensión entre actores políticos, científicos y económicos con distintas visiones e intereses, que exceden el ámbito del Régimen Político de Gobierno.

A partir de estos conceptos se analizan las reformas políticas en el campo de la ciencia y la tecnología desarrolladas por Argentina y Alemania y las políticas explícitas sobre TIC. También se puede establecer su relación con la “política de la ciencia” que opera en el nivel internacional. Finalmente, se pueden identificar los vacíos o no-decisiones y sus consecuencias en el proceso de cooperación.

2.2.3. La cooperación internacional y los intereses nacionales.

Los conceptos anteriores permiten describir y comparar los contextos institucionales e ideológicos de cada país dentro de los cuales se desarrollaron distintas política sobre TIC. La cooperación entre países vincula estos contextos y está inserta en el marco de intereses de política

exterior más amplios. Para comprender esta relación es necesario precisar el concepto de cooperación internacional

Para los enfoques neoliberales, en un sistema internacional donde existen intereses en general contrapuestos, la cooperación internacional es un proceso político entre estados que se ubica entre dos extremos: la armonía y el conflicto (Keohane, 1984). Desde esta perspectiva y considerando que la armonía automática de intereses no es posible, lo que caracteriza a la cooperación es la voluntad de los estados para coordinar sus políticas. Desde una postura racionalista, los enfoques neoliberales analizan la cooperación internacional a partir de los intereses de los actores y su búsqueda por maximizar beneficios o reducir incertidumbres a través de acciones colectivas. Esta es en definitiva la función que se le atribuye a los regímenes e instituciones internacionales.

Lo interesante de esta primera definición es que se refiere a la cooperación como una acción política del estado. De este modo, la cooperación se comprende como estrategia de política exterior y por lo tanto sus contenidos y modalidades responderán a las ideas e intereses que predominen en la construcción de la misma.

La generalidad de esta primera definición pierde, sin embargo, precisión al no tener en cuenta la dimensión del poder en el sistema. Al poner en el centro la idea de “coordinación” supone cierto grado de simetría y voluntad recíproca entre estados, nociones que no son necesariamente válidas para la relación entre los países con diferencias de poder y desarrollo relativas. La cooperación entre estos últimos tiene sin duda características diferentes.

Los enfoques constructivistas permiten ir más allá de esta visión racionalista, sin por ello tener que descuidar la dimensión del poder. En primer lugar, agregan nuevos elementos explicativos al considerar la influencia de ideas, normas y valores en el comportamiento de los actores y en la configuración de una determinada estructura de poder. En segundo lugar, contemplan también la influencia que puede tener la estructura del sistema en la conducta de los actores. Es decir que si bien los estados

constituyen el sistema a partir de ideas, una vez constituido, éste también imparte significados y contribuye a construir normas internacionales.

Las asimetrías de poder y la incidencia de ideas y valores se ven claramente reflejadas en el caso específico de la cooperación para el desarrollo⁸ y es importante aquí marcar algunas de sus características distintivas. La idea central de este concepto no es precisamente la de coordinación, sino de la “ayuda” de los “más desarrollados” a los “menos desarrollados” y se identifica más comúnmente con la palabra “asistencia”. De este modo, quedan contenidos en su definición tres elementos que de algún modo determinan el carácter de la relación entre estos países: la asimetría de capacidades entre las partes, la finalidad de alcanzar el desarrollo y la creencia en que esto es posible a partir de la transferencia de recursos desde los países más ricos hacia los más pobres⁹. En este marco, la noción de desarrollo económico ha jugado un papel ideológico que encubre intereses particulares que persiguen los países donantes como parte de su política exterior.

Si bien el desarrollo de un país está estrechamente vinculado con el desarrollo científico y tecnológico, la cooperación internacional en el campo de la ciencia y la tecnología (CyT) se ha tratado como un ámbito completamente diferente de la cooperación para el desarrollo. Lo interesante incluso es que, si bien se puede identificar un régimen internacional de cooperación para el desarrollo, creado y sostenido por los países centrales en el marco de la OCDE¹⁰, no sucede lo mismo en el campo de la ciencia y la tecnología entre países centrales y periféricos, aunque sí existen

⁸ De acuerdo con la definición de las Naciones Unidas, este tipo de cooperación consiste en “el conjunto de aportes, donaciones, préstamos en bienes o dinero, así como la asistencia técnica que un país brinda a países en desarrollo bajo condiciones concesionales”.

⁹ Irónicamente Morgenthau criticaba esta visión mencionando que “...el subdesarrollo es considerado como una especie de accidente o peor como una clase de enfermedad deficiente que puede tratarse mediante inyecciones subcutáneas de los ingredientes faltantes” Morgenthau, Hans (1962). 'A political theory of foreign aid', *The American Political Science Review*. 56 (2): 301-309

¹⁰ Es en el marco de esta institución que a comienzos de la década del '60 se creó el Comité de Asistencia al Desarrollo (DAC, por sus siglas en inglés), inicialmente denominado “Grupo de Asistencia al Desarrollo”, órgano encargado de coordinar las políticas de cooperación de los principales donantes y que por lo tanto fija los principios, reglas, normas y procedimientos del régimen. Si bien la Organización de las Naciones Unidas también ha contribuido a la constitución y mantenimiento de este régimen, lo cierto es que el DAC posee un poder estructural en el área que no lo tiene la ONU.

mecanismos de coordinación entre países centrales en el marco de la misma organización. Se observa así una diferencia ontológica entre ambos tipos de cooperación: mientras la asistencia al desarrollo es constitutivamente una relación asimétrica, la cooperación científica y tecnológica no se presenta de esta manera. Tampoco hay una meta que esté por encima de los intereses estatales. Esto implica a su vez que, en el primer caso, los contenidos de la política sean definidos por el donante, quien ha recorrido ya un “camino al desarrollo” y además concede los recursos. En el segundo caso, en cambio, hay formalmente un margen mayor para definiciones de política estatal, más allá de las asimetrías reales que puedan existir entre los países cooperantes.

Dejando de lado estas particularidades, ambos tipos de cooperación comparten algunas características. En primer lugar, ambas son políticas del estado que responden a determinados intereses políticos y económicos definidos por el gobierno. Para la asistencia al desarrollo, este interés está generalmente relacionado con la intención de los donantes de crear condiciones políticas internas favorables en los países receptores y de difundir una buena imagen internacional. Para la cooperación científica y tecnológica, el interés tiende a vincularse con la idea de mantener o mejorar la competitividad internacional de la economía del país, así como dar una imagen de prestigio. En segundo lugar, ambas se sustentan en argumentos considerados universalmente válidos que constituyen lo que denomino más adelante, “marco discursivo” de la cooperación. En el caso de la asistencia al desarrollo, éste se basa un concepto particular y lineal del desarrollo. En el caso de la cooperación científica y tecnológica, se basa en una visión particular acerca de la utilidad económica y social del conocimiento y la tecnología.

A diferencia de la cooperación para el desarrollo, la política de cooperación internacional en ciencia y tecnología no se define en función de una obligación moral (“la ayuda al otro”), ni apela a una motivación ética global como “luchar contra la pobreza”, sino que responde al interés estatal de incrementar las propias capacidades del país, considerando al conocimiento como recurso de poder. En las relaciones entre países centrales y periféricos ambas políticas se superponen y pueden generar incluso contradicciones.

La relación entre cooperación para el desarrollo y tecnología, fue analizada en un trabajo realizado en 1994 por el Instituto Alemán para el Desarrollo (DIE). El trabajo se centraba en la relación entre la cooperación técnica¹¹ y el desarrollo tecnológico, afirmando que “[l]a cooperación técnica (CT) apunta en primer término a fortalecer la capacidad resolutive de los países en vías de desarrollo (.....).Una dimensión clave para el desarrollo de la sociedad es el despliegue de las fuerzas productivas. El requisito para ello es la existencia de capacidad tecnológica, es decir, la capacidad de apreciar la oferta tecnológica aplicable a cada caso, evaluar y escoger tecnologías, aprovecharlas, adaptarlas, mejorarlas y finalmente, perfeccionarlas por cuenta propia. La capacidad tecnológica es una condición fundamental para desarrollar capacidad de autoayuda, la asistencia para crear capacidad tecnológica es, en consecuencia un elemento básico de la CT.” (Messner – Meyer Stammer, 1994). Este razonamiento apelaba a la subordinación de la aplicación de tecnologías a los objetivos de la cooperación técnica. En este sentido, se hacía referencia a una oferta tecnológica existente que, supuestamente, podía “elegirse, transferirse y adaptarse” y no a la generación local de tecnologías.

Desde otras disciplinas, el caso específico de la cooperación científica y tecnológica se ha trabajado más bien en el nivel de los actores, ya sea empresas o investigadores, recurriendo con frecuencia al concepto de redes (Rosalba Casas (2001), Archibugui y Iannmarino (2002), Fuchs, Novick, Yoguel (2003), López (2003). Pero estos enfoques, a pesar de sus significativos aportes, no tienen en cuenta la función de la cooperación como política estatal y no logran por lo tanto analizar el vínculo entre las interacciones que tienen lugar en nivel de los grupos de investigación y el marco político creado por los estados.

Para esto es necesario considerar el concepto de interés estatal y comprender aquellos que impulsan una política de cooperación con determinados países y en determinadas áreas. En la teoría de las Relaciones Internacionales, particularmente desde la visión realista, el “interés nacional” ha sido central

¹¹ La cooperación técnica constituye una de las modalidades de cooperación para el desarrollo definida en el marco de las Naciones Unidas e incluye la transferencia de técnicas, „saber cómo“ y experiencias desde los países industrializados.

para el análisis de un sistema internacional considerado anárquico, en el cual los estados buscan sobrevivir y acrecentar su poder. Es en el marco de esta visión particular del sistema que el realismo considera que los estados, como actores unitarios y racionales, planifican su política exterior de acuerdo a un conjunto de intereses objetivos, estables y compartidos que trascienden a la elite política o a un gobierno determinado. Este aspecto es el más cuestionado por otras visiones teóricas, ya que ignora aspectos históricos y contextuales y las dinámicas que se producen dentro de la “caja negra” del Estado. Por este motivo esta noción se deja de lado en este trabajo, donde se asume que los intereses que el estado persigue en su política exterior son contruidos por las elites gobernantes en un determinado momento histórico. Asimismo, el lugar que un estado ocupa en el sistema internacional incide en la definición de estos intereses. Este lugar o posición en el sistema se mide para los realistas en términos del poder material que dispone un estado en relación con otros. En este trabajo, en cambio, se sigue la línea de muchos de estudios latinoamericanos sobre política exterior que dan cuenta de las diferencias estructurales en términos de países centrales y periféricos.

Esta posición en el sistema también otorga a los estados un elemento que constituye parte de su identidad y que incide en la formulación de sus políticas exteriores¹². De esta manera, esta consideración sistémico-estructural, se puede complementar con algunos enfoques constructivistas, como el propuesto por Jutta Weldes (Weldes, 1996). De acuerdo con la autora, el contenido de un ‘interés nacional’ es el resultado de un proceso de representación en el cual los gobernantes le dan sentido al contexto internacional en el cual el estado se ve inserto. Por lo tanto, antes que los políticos puedan tomar decisiones respecto a “qué hacer” se involucran primero en un proceso de interpretación acerca de la situación que el estado enfrenta y cómo debería responder. Este proceso implica la existencia de lo que Roberto Russell denominó “sistema de creencias” de los gobernantes, el

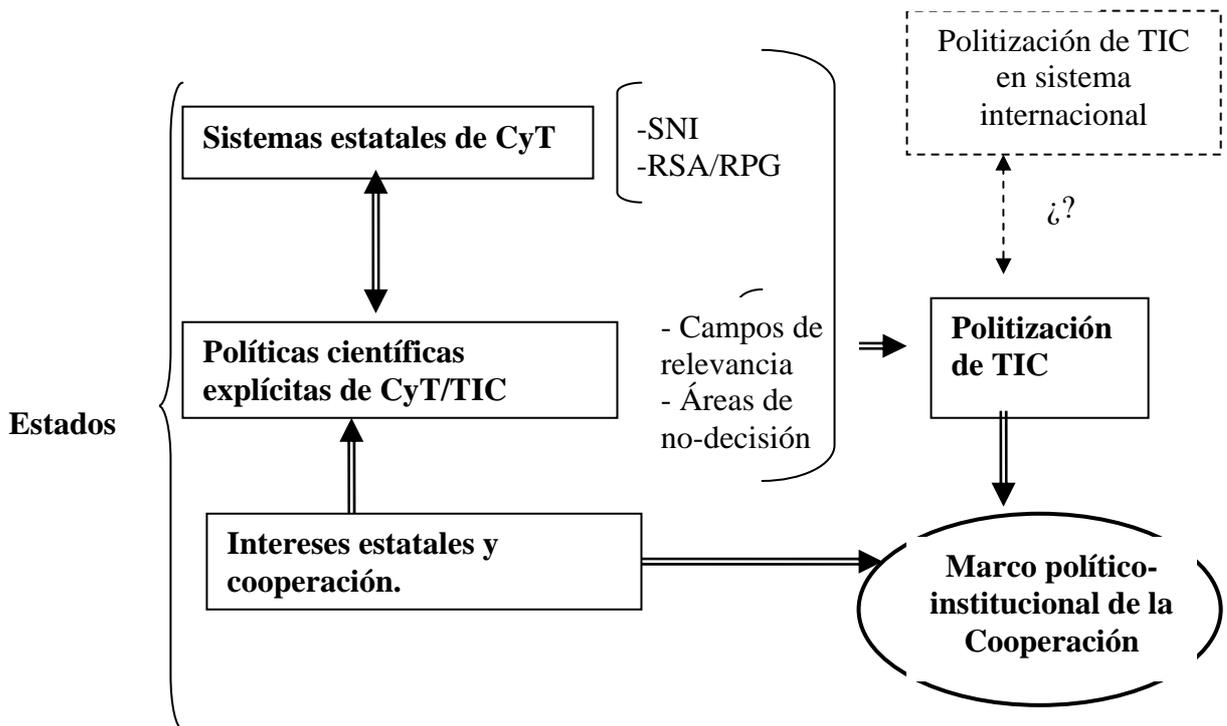
¹² Según destacó Soares de Lima en un estudio sobre política exterior brasileña, la identidad propia de país “subdesarrollado” constituyó el origen y la base para la acción colectiva en el plano multilateral y el papel instrumental y complementario de la política exterior en las estrategias nacionales de desarrollo industrial. Soares de Lima, Maria Regina (1992). 'Enfoques analíticos de política exterior: el caso brasileño', en Roberto Russell, ed., *Enfoques teóricos y metodológicos para el estudio de la política exterior*. Buenos Aires: GEL: 53-83.

cual constituye un factor causal importante en las orientaciones de principales de la política exterior¹³ (Russell, 1996). A través de este proceso, los estados contruyen sus identidades en forma intersubjetiva. El concepto de identidad estatal tendrá por lo tanto un peso significativo en las definiciones de intereses y estrategias de política exterior.

2.2.4. Articulación y función de los conceptos en la tesis

Con estos elementos entonces, se buscará analizar el marco político-institucional de la cooperación y su interjuego con el desarrollo de proyectos particulares entre grupos de investigación. El gráfico 2 articula el modo en que se utilizan los conceptos descriptos.

Gráfico 2
Politización de TIC en el nivel estatal y marco político-institucional



¹³ Para Russell este sistema incluye distintos tipos de creencias: “filosóficas” (supuestos sobre naturaleza de la política, de las RRII y el rol del individuo en la historia) e “instrumentales” (relación medios-fines en el contexto de la acción), las cuales que inciden en lo que denomina creencias “contextuales”, es decir “lo que se tiene por cierto, verosímil o probable en una circunstancia específica”, particularmente las imágenes y percepciones del sistema internacional y de la situación de cada país en él.

En el nivel estatal se analizan y comparan tres elementos. En primer lugar, los sistemas públicos de ciencia y tecnología de Alemania y Argentina, considerando su inserción en Sistemas Nacionales de Innovación y la relación entre el régimen político y régimen social de acumulación. En segundo lugar, las políticas científicas explícitas, especialmente en el campo de TIC, considerando particularmente la definición de campos de relevancia y áreas de no decisión. Tanto los sistemas de ciencia y tecnología como las políticas explícitas sobre TIC, permiten comprender y comparar el modo en que éstas se transformaron en objeto de política. En este sentido, será también necesario ver si existió alguna influencia de las ideas, estructuras de poder e instituciones del sistema internacional. El tercer elemento a considerar en este nivel, son los intereses de política exterior que se conjugaron con los elementos anteriores para conformar el marco político-institucional de la cooperación entre Argentina y Alemania.

2.3. Los grupos de investigación científica y tecnológica.

A diferencia de los niveles anteriores, donde se explora la relación entre TIC y política, en este caso se busca analizar las interacciones entre los grupos de investigación que tuvieron lugar en el marco creado por los estados. En este nivel, el contacto entre investigadores y tecnologías es más directo y los significados atribuidos a las mismas pueden variar respecto a los asignados por los actores políticos. Se intenta en este nivel realizar un análisis micro a partir del caso elegido, buscando su interrelación con el análisis de los niveles anteriores.

2.3.1. Estudios sociales de la Tecnología

A comienzos de la década del '80 los constructivistas sociales de la ciencia, dirigieron su atención hacia la tecnología. En 1982 Thomas Hughes, Wiebe Bijker y Trevor Pinch publicaron *La construcción social de los sistemas*

tecnológicos. Este trabajo daba cuenta de tres modelos dentro de los estudios sociales de la tecnología: la construcción social de la tecnología (CST), la teoría del actor-red y el modelo de los sistemas. “Lo que tenían en común estos planteamientos era su intento de entender la manera en la que una variedad de consideraciones sociales, políticas y económicas dan forma al desarrollo tecnológico” (Pinch, 1997: 26)

Compartiendo el punto de partida de estos estudios sociales de la tecnología, no es válido entonces distinguir entre ciencia, tecnología y sociedad como esferas separadas. Por el contrario, se trata de un "tejido sin costuras" (Hughes) donde las consideraciones técnicas, científicas, sociales, económicas y políticas están estrechamente ligadas y conforman un todo complejo. El concepto de “socio-técnico” elimina así las fronteras entre ambos campos a través de la idea de que todo hecho tecnológico es a la vez social y viceversa. Además de este primer supuesto, el marco conceptual de la Construcción Social de la Tecnología (CST) parte de tres consideraciones (Bijker, 1997: 13):

1. “El marco conceptual debe permitir un análisis del cambio técnico tanto como de la continuidad y estabilidad técnica”,
2. “...debe tomar el “funcionamiento” de una artefacto como explanandum, más que como explanan; el funcionamiento útil de una máquina es el resultado de un desarrollo socio-técnico, no su causa”,
3. “...debe permitir un análisis del actor-orientado y de los aspectos contingentes del cambio técnico, así como de los aspectos estructuralmente restrictivos”.

El principal aporte de las perspectivas socio-técnicas es que con ellas se relativiza, por un lado, la idea de objetividad de la ciencia y del progreso tecnológico como generador cambios sociales, y, por otro lado, la sobreestimación de la acción social sobre la construcción de artefactos y solución de problemas.

En particular, el constructivismo social de la tecnología, en su versión radical¹⁴ (Pinch, 1997), proporciona un modelo que permite abordar la complejidad del desarrollo tecnológico, tomando en cuenta todos los elementos y relaciones que se articulan en la producción de artefactos. A través del estudio de casos, busca demostrar "...la manera en que los procesos sociales influyen en el contenido mismo de la tecnología..." y "...sostiene que el significado de la tecnología, incluyendo hechos sobre su funcionamiento –establecidos quizás mediante un proceso de ingeniería y prueba-, son en sí construcciones sociales" (Pinch, 1997: 22-23).

La incorporación en este marco teórico de conceptos proporcionados por los estudios sociales tiene la función de incorporar un nivel de análisis micro en el estudio de la cooperación internacional que permita explicar los procesos que tienen lugar entre investigadores, instituciones y tecnologías, en un marco político-institucional creado por los estados.

2.3.2. Flexibilidad interpretativa.

El modelo de construcción social de la tecnología, desarrollado por Bijker y Pinch se centra en la relación entre *grupos sociales relevantes*, es decir aquellos grupos asociados a la creación de un artefacto (empresarios, ingenieros, mujeres, hombres, etc.), y los artefactos. A partir de esta identificación, los autores desarrollan el concepto de "flexibilidad interpretativa". El mismo da cuenta de que cada grupo social relevante, tiene una interpretación particular del artefacto en cuestión y por lo tanto "...los sentidos otorgados por un grupo social relevante "constituyen" el artefacto. Hay entonces tantos artefactos como diferentes grupos sociales relevantes..." (Bijker, 1997: 77). De este modo, se puede afirmar que la funcionalidad o no de un artefacto no se deriva de sus propiedades intrínsecas, sino de una evaluación social. Al llegar a cierto consenso sobre el sentido dado a un artefacto, esta flexibilidad disminuye y se alcanzan distintos grados de *estabilización*. Este proceso de *estabilización y clausura*,

¹⁴ Trevor Pinch (1997) diferencia esta versión radical de una versión moderada, que considera que las tecnologías "están construidas socialmente en el sentido de que los grupos de consumidores, los intereses políticos y otros similares desempeñan un papel para determinar la forma final que tomó la tecnología".

no es el resultado de que algo "funciona", sino que "...las máquinas funcionan porque han sido aceptadas por grupos sociales relevantes.." (Bijker, 1997: 270). De esta manera las definiciones de funcionamiento también son flexibles y variadas.

Estos conceptos, se utilizarán en el análisis de caso para identificar y explicar distintas definiciones de tecnologías, artefactos y mecanismos institucionales atribuidos por los investigadores durante los procesos de cooperación. También se intentarán identificar procesos de clausura y estabilización de los artefactos construidos durante la cooperación en el marco de relaciones de poder entre los grupos sociales relevantes, contemplando dos aspectos: "...un aspecto semiótico, que enfatiza la importancia de la fijación del significado del artefacto, y un aspecto micropolítico que se focaliza en las continuas interacciones de los grupos sociales relevantes en un marco tecnológico..." (Bijker, 1997: 272)

Mientras la flexibilidad interpretativa da cuenta de la importancia de factores ideales y del aspecto semiótico del poder, el aspecto micropolítico centra la atención sobre las interacciones o prácticas que se producen entre distintos grupos sociales relevantes en torno al desarrollo de un artefacto. Las sucesivas modificaciones y adaptaciones de una tecnología observables en un período de tiempo constituyen un indicador de esto.

2.3.3. Trayectorias y estilos socio-técnicos.

Para entender también la evolución de las actividades de los grupos de los grupos de investigación se utiliza el concepto de trayectorias socio-técnicas. Estas trayectorias forman parte del concepto más amplio de "dinámica socio-técnica", definida como "...un conjunto de patrones de interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores" (Thomas, Lalouf y Versino, 2005). Se trata de una conceptualización sincrónica para comprender relaciones tecno-económicas y socio-políticas vinculadas al cambio tecnológico y ubicarlo en un mapa de interacciones. En este sentido, cada proceso de cooperación es en sí mismo una dinámica socio-técnica.

En este marco, y de acuerdo con la definición de Thomas, Lalouf y Versino (2005) las trayectorias socio-técnicas son una construcción analítica que incluye la interrelación constitutiva de varios elementos: "...productos, procesos productivos y organizacionales e instituciones, relaciones usuario-productor, procesos de *learning*, relaciones problema-solución, procesos de construcción de "funcionamiento" de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor (firma, institución de I+D, universidades, etc.)" o de conceptos más complejos como "un *technological frame* (Bijker,1995) o una *sociotechnical constituency* (Molina, 1989)". Esta definición incluye por lo tanto la evolución de actividades tecnológicas acumulativas y autogeneradas que reflejan tanto la incidencia del condicionamiento material previo como los procesos de autoorganización en la dinámica socio-técnica (Thomas, 1999). Esta definición de trayectoria difiere significativamente de la utilizada por Dosi, en tanto no está condicionada por un "paradigma" sino construida a partir de relaciones socio-técnicas. En este sentido, los condicionamientos materiales previos explican sólo una parte de la trayectoria. El resto se explica a partir de interacciones entre elementos heterogéneos a lo largo del tiempo.

Siguiendo con este concepto, si bien es posible que estas trayectorias sean direccionadas parcialmente por la intención de algunos actores, como gobiernos, empresas, instituciones, tecnólogos o científicos, en la práctica son procesos auto-organizados. Esto significa que el concepto de "organización" -entendida como la disposición de relaciones entre los componentes de una unidad compleja- es aquello que liga los elementos que forman parte de un todo (Thomas et. al, 2005).

El concepto puede integrarse fácilmente en distintos marcos analíticos y utilizarse para el análisis de casos particulares como el nivel de los grupos de investigación. En estos casos se podrá observar de qué modo fueron cambiando las actividades de los mismos (agendas de investigación, desarrollos, transferencias, etc.) en el proceso de cooperación. También esta trayectoria puede dar cuenta de los procesos de estabilización y clausura en relación con los resultados de la cooperación y de este modo de las relaciones de poder entre los grupos.

En el marco de diferentes trayectorias socio-técnicas pueden generarse también “estilos socio-técnicos de innovación y cambio tecnológico”, definidos como formas relativamente estabilizadas de producir tecnología y de construir su funcionamiento y utilidad. Las variaciones de “estilo” contribuirán a comprender mejor las diferencias que aparecen en los casos de cooperación entre grupos argentinos y alemanes.

2.3.4. Innovación como aprendizaje.

Retomando la idea de Lundvall acerca de que el proceso de innovación se genera a través del aprendizaje interactivo y los emprendimientos colectivos, es importante distinguir distintos tipos de aprendizaje. En la literatura económica se han especificado una serie de tipologías para dar cuenta de que la innovación no es el resultado lineal de actividades de IyD¹⁵. Por el contrario, se asume que las actividades de producción, distribución y consumo rutinarios generan insumos para el proceso de innovación. Así, “...la experiencia diaria de trabajadores, ingenieros de producción y representantes de venta influye en la agenda determinando la dirección de los esfuerzos innovativos y producen conocimiento y visiones que conforman los insumos cruciales del proceso de innovación” (Lundvall, 1992: 9). Para Martin Bell, el aprendizaje se refiere “...a diversos procesos por los cuales la habilidad y el conocimiento son adquiridos por individuos o tal vez instituciones” (Bell, 1984).

Siguiendo esta línea de pensamiento, si el aprendizaje emerge de actividades rutinarias de las empresas, también debe considerarse que la innovación está inserta en una estructura económica prevaleciente. Lundvall deduce de ello que las áreas de mayor avance tecnológico serán aquellas en que la empresa o la economía nacional esté ya comprometida en actividades de rutina (Lundvall, 1992: 9).

¹⁵ Martin Bell analizó las características del aprendizaje que surge de la experiencia de trabajo en tareas rutinarias (“*learning-by-doing*”); Lundvall destacó la importancia del aprendizaje interactivo entre usuarios y productores (“*learning by interacting*”); Rosenberg destacó el aprendizaje que se adquiere a través del uso (*learnig by using*).

En general, estos conceptos se orientan a explicar los procesos de cambio tecnológico tienen lugar en las empresas, pero resulta de mucha utilidad para analizar cómo se produce este fenómeno en el marco de un proyecto de cooperación internacional entre grupos de investigación.

Este concepto de aprendizaje nos permite categorizar diferentes tipos de relaciones entre grupos de investigación locales y externos:

- Usuario-productor: casos en los cuales uno de los grupo actúa como proveedor de tecnología para el otro.
- Interacción simétrica: supone simetría entre los grupos de investigación en cuanto a conocimientos, recursos y rol en el proyecto.
- Interacción asimétrica: supone desigualdad de condiciones entre los grupos de investigación en cuanto a conocimientos, recursos y rol en el proyecto.

En el análisis de casos se buscará identificar qué tipo de interacción predominó.

2.3.5. Marcos tecnológicos y ensambles socio-técnicos.

Se podría afirmar que la unidad de análisis para el constructivismo social está constituida por las *relaciones y sentidos*, una combinación de conocimientos, metas, valores y artefactos, que conforman un “marco tecnológico” (*technological frame*). Este, "...es como un marco de significado, relacionado con una tecnología en particular, compartido entre varios grupos sociales y que además guía y da forma al desarrollo de los artefactos..." (Pinch, 1997: 27). Bijker combina la noción de *technological frame* con la idea de inclusión (actores incluidos o no en el proceso de construcción de artefactos) y dominio (grupo o grupos dominantes que estructuran la definición de problemas y soluciones) para distinguir configuraciones alternativas, dentro de las cuales se producen distintos procesos de cambio técnico. Bijker introduce además el concepto de "*ensamble socio-técnico*", esto es, un arreglo social particular que integra diversos marcos tecnológicos o variables que cruzan estos marcos, trascendiendo la creación de un artefacto particular. De este modo, es posible dar cuenta de los cambios sociales y técnicos dentro de un complejo

de relaciones más amplio. Este concepto permite establecer relaciones con el nivel de la unidad y del sistema.

En el caso de las tecnologías informáticas, Williams y Edge destacaron que "...[l]a estructura y arquitectura de la tecnología de la información contemporánea es en si misma producto de un proceso histórico de configuración social y económica. Los diferentes elementos del sistema de TI se han diferenciado, comenzando con la separación entre hardware y software..." (Williams y Edge, 1996: 16)¹⁶. Una conclusión importante que señalan estos autores es que esta segmentación indica un grado de autonomía entre el desarrollo de los distintos componentes del sistema tecnológico (software y hardware), mientras la interacción entre cada conjunto de componentes queda restringida a la estabilización de interfaces entre mismos.

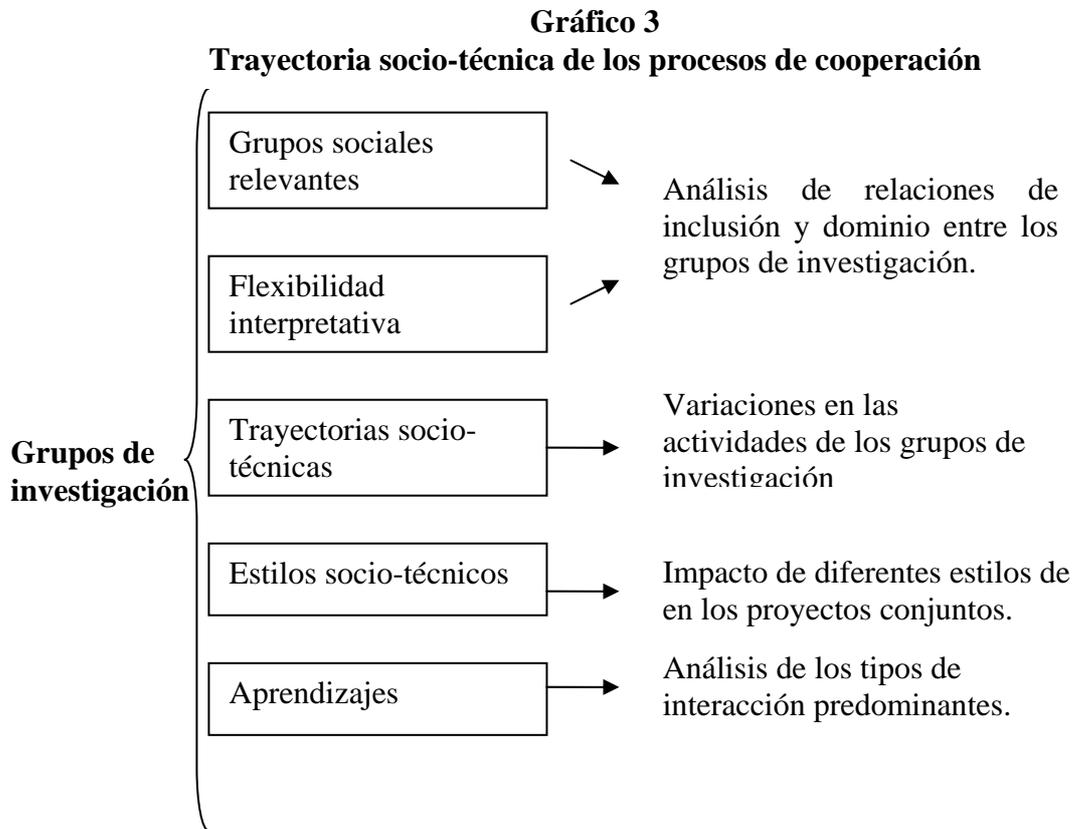
En la medida en que los investigadores comparten un determinado marco tecnológico, el proceso de cooperación se ve facilitado. Cuando aparecen disidencias, éstas pueden dar cuenta de referencias de marcos tecnológicos diferentes, incluso dentro de un mismo ensamble socio-técnico. Estos marcos pueden ser tanto globales como locales, por lo tanto vinculan elementos analizados en el nivel del sistema internacional y del estado. Por otra parte, la referencia a "*technological frame*" permitirá identificar diferencias y similitudes en las definiciones de los grupos y vincularlas con los procesos de politización de TIC que tuvieron lugar en cada estado.

2.3.6. Articulación y función de los conceptos en la tesis.

Como se destacó al comienzo de este punto, en este nivel se pretende explicar la dinámica socio-técnica del proceso de cooperación en casos concretos desarrollados entre los grupos de investigación de Argentina y

¹⁶ El software en si mismo también se ha segmentado jerárquicamente (OCDE, 1985) en: 1) sistemas/utilitarios (sistemas operativos, lenguajes de programación, cercanamente relacionados con la funcionalidad de las máquinas); 2) herramientas de aplicación (herramientas y sistemas genéricos de administración de datos) y 3) soluciones de aplicación (sistemas referidos al uso de la computadora en organizaciones, por ejemplo aplicaciones industriales específicas como transferencias de fondos bancarios).

Alemania. El gráfico 3 ilustra la función que tiene cada concepto para el análisis.



Debido al alcance acotado de los proyectos estudiados, la identificación de “Grupos Sociales Relevantes” quedará restringida a los investigadores, instituciones y eventualmente, empresas. Los significados que éstos asignaron a las tecnologías desarrolladas, tienen el objetivo de analizar relaciones de inclusión o dominio particularmente entre los investigadores participantes. Se analizan los procesos de cooperación en este nivel como trayectorias socio-técnicas. El mismo concepto se aplica también para analizar la evolución de cada grupo, antes y durante la cooperación, observando variaciones en sus actividades, ya sea en la definición de su agenda como en las acciones de transferencia. Se considera también que los grupos de investigación presentan distintas características o “estilos”, cuyo impacto intenta explicar divergencias que tuvieron lugar en el proceso. Finalmente se intentarán calificar los tipos de interacción predominantes a partir de la idea de aprendizaje, tratando de identificar particularidades en procesos de cooperación asimétricos.

2.4. Análisis inter-nivel: Redes tecno-político-económicas

A fin de obtener conclusiones vinculando se elabora aquí un concepto que permite vincular distintos niveles en la evolución de una trayectoria socio-técnica

En este punto se intenta desarrollar un modelo permita vincular los tres niveles anteriores para analizar las relaciones entre ciencia, tecnología y política en diferentes momentos del proceso de cooperación. Para ello es necesario considerar tanto elementos humanos como “no-humanos” (documentos, papers científicos, tecnologías, etc.) que interactúan. Esto requiere un modelo de análisis que permita incorporar elementos heterogéneos por lo cual se recurre al esquema desarrollado por Michell Callon para analizar lo que denomina “redes tecno-económicas”.

En su descripción del proyecto de construcción del coche eléctrico (VEL), una iniciativa que tuvo lugar en Francia en la década del los '70¹⁷, Callon, logró articular estos elementos heterogéneos, y sus mecanismos de transformación o consolidación utilizando el concepto de "actor red". De acuerdo con el autor, "[e]l actor-red no es reducible ni a un simple actor ni una red", sino que es simultáneamente "...un actor cuya actividad consiste en entrelazar elementos heterogéneos y una red capaz de redefinir y transformar aquello de lo que está hecha" (Callon, 1994: 156). Así, se puede observar una dinámica de relaciones entre entidades que no tienen una identidad fija y estable, sino que la redefinen en la dinámica de interacción con otras entidades de la red. También modifican sus relaciones mutuas y los elementos que se incorporan a la red.

Al referirse más tarde a “redes tecno-económicas” (RTE), Callon combinó aportes de la sociología y de la economía para entender las interacciones que dan lugar a la creación, consolidación y difusión científica y tecnológica. La

¹⁷ El proyecto VEL fue presentado por un grupo de ingenieros de la Electricité de France (EDF), quienes son caracterizados por Callon como "ingenieros-sociólogos", pues tomaron en cuenta no sólo las características técnicas del vehículo, sino también el universo social en que debería funcionar¹⁷. Así, los ingenieros de la EDF diseñaron un mundo de elementos heterogéneos (compañía eléctrica, gobierno, Renault, pilas, electrones, catalizadores, etc), definiendo y articulando un red de actores.

unidad de referencia era en este caso “un sistema de relaciones coordinadas entre diferentes actores”, los cuales podían tener intereses muy distintos, como aumentar prestigio científico u obtener ganancias a partir de los resultados de la investigación. Por lo tanto una red-tecno-económica puede definirse como “como un conjunto coordinado de actores dispares, como laboratorios de gobierno, centros de investigación técnica, firmas, organizaciones de financiación, usuarios y autoridades públicas que participan colectivamente en el diseño, desarrollo, y producción/difusión de procesos de producción, bienes y servicios, algunos de los cuales pueden originar una transacción comercial” (*Bell y Callon, 1994: 68*).¹⁸ De esta manera, se pretendía mostrar que los resultados científicos no son el resultado de una decisión racional tomada por personas concentradas exclusivamente en sus experimentos y aisladas de otros factores sociales, sino de un conjunto que moviliza redes y elementos que se incorporan en las redes.

Las RTE están compuestas por dos tipos de elementos estrechamente vinculados: intermediarios y actores. Los intermediarios son "...todo lo que pasa de un actor a otro y que constituye la forma y la materia de las relaciones que se instauran entre ellos" (*Callon, 2001: 88*). Si bien no existen como formas puras, los intermediarios pueden ser inscripciones (reportes, artículos, notas, formularios, etc.), artefactos técnicos (instrumentos científicos, máquinas), capacidades o competencias y dinero. Todos ellos contienen en sí mismos a la red y dan cuenta de ella. Los intermediarios pueden agruparse en cuatro categorías: información suelta o documentos de toda clase; artefactos técnicos (instrumentos científicos, máquinas, etc.); personas y sus capacidades; dinero en toda sus formas. (*Bell y Callon, 1994*)

Cualquier intermediario puede ser también un actor, si es capaz de poner en circulación otros intermediarios. Un actor es "...toda entidad (...) que define y construye (con más o menos éxito) un mundo poblado de otras entidades,

¹⁸ Esto nos lleva a considerar una definición amplia de innovación, ya que la incorporación al mercado (transacción mercantil) de los procedimientos, bienes y servicios resultantes, puede tener lugar o no.

las dota de una historia, de una identidad, y califica las relaciones que las unen" (Callon, 2001: 97). Del vínculo entre actores e intermediarios surgen dos importantes conclusiones para comprender la composición y las transformaciones de las redes. La primera es de orden ontológico, ya que "...los actores se *interdefinen* en los intermediarios que ponen en circulación" (Callon, 2001: 97) El segundo es de orden metodológico, pues "...lo social se lee en las inscripciones que están marcadas en los intermediarios" (Callon, 2001:97).

Otro elemento importante en el modelo de Callon, es el proceso de *translation*, por el cual los actores ponen a los intermediarios en circulación. A través de esta operación, un actor-red puede imputar a otras entidades ciertos intereses, proyectos, deseos, estrategias, reflexiones o ideas, que están siempre inscritas en intermediarios. El esquema de *translation* de A a B sería entonces:



Para comprender la dinámica de estas redes y las vinculaciones entre actores e intermediarios, Callon propuso la noción de convergencia, esto es "...el grado de acuerdo generado por una serie de traducciones (*translations*) y por los intermediarios de todo tipo que operan en ellas" (citado en Thomas, 2000:157). Es posible observar el grado de convergencia de una red a partir del "alineamiento" de sus elementos, cuando la traducción es exitosa y se crea un espacio común, y de la "coordinación" que refiere al proceso regulatorio del universo de actores posibles. El éxito de una traducción guarda relación con el predominio de determinadas ideas que son aceptadas y así hacen posible la configuración de la red. En este sentido es posible considerar este aspecto en conjunto con las referencias a "grupos sociales relevantes" y "flexibilidad interpretativa".

Por otra parte, las redes tecno-económicas se organizan en tres polos centrales, caracterizados por el tipo de productos o intermediarios que ponen en circulación: científico (C), que incluye la "producción de conocimiento

“certificado” y habilidades incluidas” tecnológico (T), que refiere al desarrollo de artefactos de complejidad variable que incluye recursos humanos y no-humanos con el objeto de obtener resultados anticipados sobre bases de rutina” y el mercado (M), que estructura y organiza la demanda y que está compuesto en forma primaria por firmas” (Bell y Callon, 1994: 69). Un segundo conjunto permite identificar a los polos que actúan entremedio de los anteriores: el polo de transferencia (CT) como interfase entre ciencia y tecnología y el polo de desarrollo (TM) intermedia la relación entre tecnología y mercado (Bell y Callon, 1994).

En el proceso de cooperación internacional en ciencia y tecnología los estados juegan un rol central, no sólo en la definición del marco de interacción, sino en la articulación de la red en diferentes momentos. Este “polo político” no ha sido diferenciado como tal en el concepto de redes tecno-económicas, si bien su rol está en cierta manera implícito y aparece en actores e intermediarios. Pero dado que en este caso constituye un polo relevante para el análisis y que presenta características particulares es necesario agregarlo como un cuarto polo (P). Asimismo, como la intención es comprender su relación con la ciencia y la tecnología en todo el proceso, no sólo es necesaria su individualización, sino también la inclusión de un polo de interfase entre ciencia y política (CP), que puede articularse o no con el polo CT. De la incorporación de estos elementos surge entonces el concepto de redes “tecno-político-económicas”. Estas redes pueden también describirse en función de tres pares de categorías propuestas por Bell y Callon:

- Redes *largas y cortas*. Las primeras abarcan desde la investigación académica hasta los usuarios en forma continua, incluyendo todos los polos. Las redes cortas, por el contrario, no se extienden más allá de los polos S y ST, aún si se establecen vinculaciones cercanas entre los polos de mercado y tecnología.
- Redes *incompletas y encadenadas* (“*chain-linked*”). En las redes incompletas uno o más polos de los cinco están ausentes o con una relación muy débilmente desarrollada. Por el contrario, en las redes

encadenadas todos los polos están presentes y ampliamente desarrollados.

- Redes *convergentes y divergentes*. Las convergentes se caracterizan por la concordancia y entendimiento entre los actores que la componen, mientras las divergentes comprenden actores cuyas actividades son débilmente compartidas y cuyos resultados no son fácilmente transferibles a los otros miembros de la red, de modo que la coordinación formal es limitada e infrecuente. Una red es más convergente cuando sus polos en sí mismos son convergentes (en cuanto a las relaciones y coordinación entre los actores que lo constituyen).

Este modelo de análisis tiene importantes implicaciones para el abordaje del caso estudiado. Primero, evitar definiciones rígidas de los actores a priori y analizarlos en sus interacciones, aunque teniendo en cuenta las particularidades de cada polo. Segundo, realizar una cuidadosa observación de los “intermediarios” ya que los documentos presentados, las evaluaciones realizadas, los equipos y procedimientos técnicos utilizados, la cantidad y el origen de los fondos asignados y las habilidades de los expertos locales y extranjeros, entre otros, contienen en sí mismos importantes descripciones de la red. El documento del proyecto, por ejemplo, proporciona, no sólo un primer mapa de la red, sino que también refleja la articulación de consensos previos sobre las agendas de investigación, los recursos, los equipos y métodos técnicos a utilizar, los tiempos, los roles de cada “contraparte” del proyecto, la convergencia de distintas políticas (las políticas de CyT, las políticas de TICs, y de cooperación de los países europeos y de Argentina), etc. Tercero, analizar la configuración de la red en distintos momentos del proceso de cooperación.

3. Aspectos metodológicos.

3.1. Estructura de la investigación y metodología de análisis.

En el marco teórico se presentó un mapa de los principales conceptos que guían el análisis a desarrollar en esta tesis. Estos conceptos fueron ubicados en distintos niveles de análisis que constituyen el proceso de cooperación que estudia aquí desde una perspectiva socio-técnica.

A partir de ellos, el estudio de estos procesos entre Argentina y Alemania en el campo de las Tecnologías Informáticas se aborda desde dos aspectos. En primer lugar, se analiza a partir de qué ideas y en qué contexto material e institucional estas tecnologías se transformaron en objeto de la política, tanto en el nivel internacional como nacional. En segundo lugar, se analiza el proceso de cooperación entre ambos países considerando tanto los intereses políticos como las interacciones que tuvieron lugar entre los grupos de investigación. La vinculación entre ambos aspectos está dada por la medida en que el primero incidió en la constitución del segundo.

3.2. Politización de las TIC en el nivel internacional y nacional

El objetivo de caracterizar estos dos primeros niveles es comprender de qué manera y en qué contexto las TIC se transformaron en objeto de la política internacional y nacional. En ambos casos se consideran elementos estructurales, ideológicos e institucionales relativos al campo de las TIC. A partir de esta descripción se busca determinar en qué medida la politización del campo TIC incidió -o no- en el proceso de cooperación (tanto en la constitución del marco político-institucional como en la dinámica de interacción entre los grupos de investigación)

En el primer nivel, se considera que el sistema internacional está caracterizado por asimetrías de poder y por la existencia de un orden internacional hegemónico. Los componentes de este orden –ideas, capacidades materiales e instituciones- se describen en relación con el

campo tecnológico de las TIC. Es decir que se analizan tanto la distribución del poder estructural, como las ideas relativas a su utilidad –partiendo aquí de los contenidos e implicancias de la noción de paradigma- y las instituciones – específicamente regímenes internacionales- que inciden en su desarrollo y difusión. En relación con estos elementos se consideran también las diferencias entre áreas “centrales” y áreas “periféricas” y las características particulares de la relación política entre ambas.

En el segundo nivel, el estado, se trabaja en forma descriptiva sobre las características tecno-productivas de Argentina y Alemania, sus sistemas estatales de ciencia y tecnología inmersos en distintos SNI y sus políticas relativas al desarrollo de TIC. Estas políticas se trabajarán en estrecha relación con las ideas predominantes en el nivel del sistema y con la definición de intereses e identidades de cada país. Tanto estos elementos como la definición de cooperación internacional como política estatal serán aplicados luego para comprender los intereses y el marco discursivo que caracterizaron el proceso de cooperación entre ambos países.

Mientras los aspectos estructurales se describen a partir de datos cuantitativos y fuentes secundarias, los aspectos ideológicos se trabajan a partir del análisis de discurso. Con esta metodología se busca describir los contenidos dominantes del discurso sobre la utilidad de las “tecnologías de la información y la comunicación” y el rol de los estados en su promoción, tanto en el nivel internacional como en el nivel estatal. De esta manera, los aspectos estructurales dan cuenta de las características del contexto internacional y local en el cual las TIC ingresaron en el campo de la política. Por otra parte, los contenidos dominantes de los discursos indican de qué manera se ha realizado este ingreso, es decir cómo se comprenden las TIC y cuáles son las responsabilidades del estado en su tratamiento.

Tomando la visión *foucaultiana* de Howarth, se entiende que “...los discursos son sistemas de relaciones sociales y prácticas concretas que son intrínsecamente políticos, en tanto su formación es un acto de institución radical que incluye la construcción de antagonismos y el dibujo de fronteras políticas entre “*insiders*” y “*outsiders*”. La construcción de discursos por lo tanto implica el ejercicio de poder y la consecuente reestructuración de

relaciones entre diferentes agentes sociales...” (Howarth, 2000: 9). En este sentido, las nociones de “los que acceden”, “los que están conectados a la red” o “insertos” en la sociedad de la información marcan una línea divisoria con los que no acceden, no están conectados o no insertos. Tomando el sistema de estados, esto coincide en gran medida con la división entre centro y periferia¹⁹.

Asimismo, un discurso no puede identificarse con “lo que dicen” determinadas personas, sino que es supraindividual: “ Pese a que todo el mundo aporta su grano de arena a la producción del “tejido” discursivo, ningún individuo ni ningún grupo específico determina el discurso o se ha propuesto lograr exactamente aquello que acaba convirtiéndose en el resultado final.”(Jager, 2003: 5). De esta manera, lo que interesa identificar no es “quién” dice algo, sino “qué” es lo que se dice y cómo condiciona la acción social.

A partir de la consideración de relaciones de poder en las cuales emerge un discurso, Ruth Wodak (2003) observa que en distintos momentos históricos, “...las estructuras dominantes estabilizan las convenciones y las convierten en algo natural, es decir, los efectos del poder y de la ideología en la producción de sentido quedan oscurecidos y adquieren formas estables y naturales: se los considera como algo “dado”(Wodak, 2003: 20). Es este momento de estabilización de ciertas ideas y no el proceso que las origina lo que se pretende analizar en esta tesis. La identificación y descripción de las mismas permite una mejor comprensión de las acciones desarrolladas por los estados en el campo TIC. En este sentido, se puede afirmar que los discursos también ejercen poder, en tanto son capaces de inducir comportamientos y de generar otros discursos. Además, “los discursos ejercen el poder porque transportan un saber con que se nutre la conciencia colectiva e individual. Este conocimiento emergente es la base de la acción individual y colectiva, así como el fundamento de la acción formativa que moldea la realidad.”(Jager, 2003: 69).

¹⁹ Esto no significa que dentro de los países centrales existan sectores desconectados y en los países periféricos sectores conectados.

A partir de estas consideraciones, se utiliza un método de análisis inductivo basado en cuatro elementos que propone Jager. El primer elemento, es el *hilo discursivo* definido como “...un proceso discursivo temáticamente uniforme.”(Jager, 2003: 80). Cada hilo posee una dimensión sincrónica o cualitativa (que identifica “lo dicho”) y una dimensión diacrónica que establece las variaciones. Un hilo discursivo se compone de textos (escritos o no) que Jager prefiere denominar *fragmentos*, ya que un texto puede contener varios fragmentos discursivos, o sea hacer referencia a varios temas y por lo tanto pertenecer a distintos hilos discursivos. Un *fragmento* es entonces “...un texto, o una parte de un texto, que aborda un determinado tema [...] esto significa que los fragmentos discursivos se combinan para constituir hilos discursivos.”(Jager, 2003: 81). En este caso se toman los fragmentos relativos a TIC de documentos clave para el nivel internacional y: el Informe sobre Desarrollo Humano 2001 del PNUD, la Cumbre del G7 sobre Sociedad de la Información (25-26 de febrero 1995) y de la OCDE sobre economía del conocimiento, sobre “*Information Technology Outlook* (1997, 2000 y 2002) y de su Comité de Políticas de Información, Computación y Comunicación (1996). Para el nivel nacional se consideran documentos elaborados por los gobiernos que se detallan más adelante.

El tercer elemento para comprender el discurso es el *plano discursivo*. Estos planos discursivos, observa Jager, pueden llamarse “ubicaciones societales” que son los espacios desde donde se produce “el habla”. Así, los hilos discursivos “...operan en varios planos discursivos (ciencia, o ciencias, política, medios de comunicación, educación, vida cotidiana, vida empresarial, administración, etc.) (Jager, 2003: 83). En este trabajo se analizan los hilos que se encuentran en el plano de la política.

Una última categoría se refiere a la existencia de un *discurso societal global* que es naturalmente heterogéneo, pero que se ha visto homogeneizado en el mundo occidental y al mismo tiempo polarizado entre “occidente” y “oriente”. Este discurso tuvo una marcada presencia luego de la caída de la Unión Soviética como potencia y el aparente triunfo de los modelos económicos y políticos neoliberales. Por lo tanto subyace a los hilos discursivos particulares que se analizan.

3.3. Análisis del proceso de cooperación.

Una vez descripto y analizado el modo en que las TIC se incorporaron como objeto de la política, se analizará el proceso de cooperación científica y tecnológica entre Argentina y Alemania en el campo de las TIC. Para analizar este proceso se consideran dos variables. El primero es el *marco político-institucional* creado por los gobiernos para el desarrollo de la cooperación. El segundo aspecto, se refiere a las *dinámicas de interacción* que tuvieron lugar entre grupos de investigación de ambos países.

Para el análisis del *marco político-institucional* se tienen en cuenta los factores institucionales e ideológicos que caracterizaron las políticas desarrolladas por los estados sobre TIC. Esta variable se analiza en torno a dos dimensiones: marco discursivo sobre la utilidad de las Tecnologías Informáticas (TI) y sobre rol de la cooperación internacional y los intereses promovidos por los gobiernos. La referencia a un marco discursivo, tiene el objetivo de identificar cuáles fueron las ideas que sustentaron las políticas de cooperación internacional en el campo de la ciencia y la tecnología y qué significados atribuyeron los gobiernos a las tecnologías informáticas. Este marco dará cuenta de la articulación de los hilos discursivos dominantes identificados en los dos primeros niveles en torno a la cooperación en TIC. Los fragmentos discursivos en este caso se extraen esencialmente de fuentes primarias. En el caso de Alemania estas incluyen:

- Los informes de actividad del BMBF (1996 y 2000).
- Los informes sobre “capacidad tecnológica alemana” (1999-2001)
- Los documentos sobre estrategias del gobierno alemán para la promoción de la “Sociedad de la Información, elaborados por el Ministerio de Economía (1996 y 1997), por el Consejo para la Investigación Tecnología e Innovación de la Cancillería (1995) y por el Ministerio de Investigación y Educación (1992 y 2002).

Para el caso Argentino se incluyen:

- Decretos del Poder Ejecutivo sobre Sociedad de la Información y temas relacionados (1998-2001)
- Planes Plurianuales de Ciencia y Tecnología (1998-2000 y 1999-2000).
- Informe de la Comisión de Ciencias Exactas y Naturales de la SECyT (1999)

En segundo lugar, se consideran los intereses que Argentina y Alemania perseguían en su política exterior y el modo en que éstos se articularon o no con la política de cooperación científica y tecnológica. Los intereses de Argentina y Alemania que incidieron en el proceso de cooperación estudiado se consideran en función de dos variables: el lugar que cada país ocupaba en la estructura del sistema internacional y las ideas o sistema de creencias que sostenían los gobernantes respecto a la política exterior. Estos intereses se identifican a partir de discursos pronunciados por actores políticos, temas incluidos en la agenda bilateral, informes económicos y trabajos sobre política exterior. Este aspecto resulta relevante para analizar la congruencia o no de la política exterior con las políticas externas desarrolladas por otras agencias, distintas a los Ministerios de Relaciones Exteriores, en este caso los organismos nacionales de ciencia y tecnología.

Para completar el análisis de ideas e intereses, también se realizaron entrevistas a tres funcionarios de la SECyT y al asesor científico alemán en el área de TI.

El análisis de estas dos dimensiones tiene el objetivo de comprender cómo era la relación entre ciencia, tecnología y política a partir de la cual se constituyó el marco intergubernamental de la cooperación.

Para comprender las *dinámicas de interacción* se realizó un análisis de casos en profundidad, a partir de los conceptos incluidos en el nivel de los grupos de investigación. De esta manera, se caracterizaron las interacciones entre investigadores argentinos y alemanes, y entre éstos y las tecnologías utilizadas en los proyectos que desarrollaron en conjunto y con otros actores públicos y privados.

El primer paso para este análisis consistió en una sistematización cuantitativa y cualitativa de los proyectos de cooperación aprobados en el período 1998-2002 (anexo 1). Esto permitió: a) ubicar el lugar del campo frente a otras áreas prioritarias para la cooperación definidas entre Argentina y Alemania, b) identificar los principales grupos locales y sus contrapartes alemanas y c) identificar los principales temas de investigación conjunta. El segundo paso fue la búsqueda de información relativa a los proyectos más directamente vinculados con el área de software y la realización de una primera ronda de entrevistas a los coordinadores de los grupos de investigación del Departamento de Matemática de la UBA y del Instituto LIFIA de la Universidad de La Plata, quienes presentaban el mayor número de proyectos aprobados. Tras conocer con más detalle el funcionamiento de ambos grupos, se optó por trabajar un caso del LIFIA. Las razones para esta elección fueron las particularidades de este instituto, especialmente aquellas que evidenciaban un vínculo con la transferencia de tecnología: las características de sus contrapartes alemanas –más orientadas a la aplicación de conocimientos- y el funcionamiento de un área de “transferencia” dentro del instituto, dedicada a la comercialización de desarrollos y servicios. Otros criterios contemplados fueron también la cantidad de proyectos desarrollados con Alemania y el peso de los directores de investigación en el campo.

En cuarto lugar, se relevó información técnica para conocer con más detalle las tecnologías utilizadas en los proyectos, entre ellas métodos de diseño hipertexto e hipertexto, diseño de software orientado a objetos y lenguajes de programación.

En quinto lugar, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a cinco investigadores argentinos y tres alemanes (esto implicó aproximadamente doce horas de grabación). En particular, la visita a las instituciones alemanas permitió conocer un contexto de trabajo de los investigadores y una infraestructura de investigación muy diferente a las de LIFIA. También permitió observar el lugar de estos grupos en estructuras institucionales más amplias y conocer el desarrollo de otros proyectos con financiamiento local y europeo.

Luego de relevar esta información, se descartó la idea de trabajar los casos “por proyecto” ya que los datos recogidos evidenciaron que no había una linealidad en las interacciones que se ajustara a lo escrito en el proyecto y que la sucesión de proyectos no era identificada por los grupos como cosas diferentes, sino como parte de un mismo proceso. Se decidió por lo tanto tomar los casos como dinámicas entre las instituciones locales y extranjeras. La institución alemana seleccionada fue la Universidad de Ciencias Aplicadas (Fachhochschule) de Konstanz.

A partir de esta información y los conceptos proporcionados por los estudios sociales de la tecnología se buscará en este caso: a) describir cómo variaron las trayectorias socio-técnicas de los grupos; b) identificar qué significados atribuyeron tanto a los conocimientos como a las tecnologías desarrollados o utilizados en el trabajo conjunto; c) caracterizar qué tipos de aprendizaje se produjeron a partir de la cooperación; d) describir qué tipo de relaciones se establecieron entre los investigadores alemanes y argentinos (simetría, funcionalidad, subordinación); e) caracterizar el modo en que se articularon las redes de actores e intermediarios en diferentes momentos; d) comprender procesos de traducción y convergencia; y analizar la aplicación, apropiación e impacto de los resultados obtenidos.

El análisis de estas dinámicas, que tienen lugar en un nivel micro y en casos concretos, resulta central para esta tesis, pues permite analizar la relación entre actores y tecnologías donde el contacto entre ambos es más directo y concreto. Esto tiene especial importancia para comprender los contrastes de las interacciones en el nivel de los grupos de investigación con el discurso y la acción política promovidos en el nivel del sistema internacional y del estado.

En el cuadro 3 se resume el modelo de análisis propuesto, incluyendo qué niveles se tienen en cuenta para el análisis de cada dimensión. A este cuadro debe agregarse, sin embargo, un concepto “internivel” que permita relacionar las tres dimensiones. Este elemento es lo que se ha definido previamente como “red-tecno-político-económica”.

Cuadro 3: Modelo para el análisis del proceso de Cooperación Científica y Tecnológica.

Dimensión	Variables	Niveles considerados	Método de análisis	Función
Marco político-institucional	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Marco discursivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema internacional ▪ Estados 	Análisis de discurso	Comprender cómo es la relación entre ciencia, tecnología y política a partir de la cual se constituye el marco intergubernamental de la cooperación en el sector TI
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Intereses e identidades de los estados 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estados 	Análisis de discurso. Acciones estatales	
Dinámica de interacción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trayectorias socio-técnicas ▪ Significados atribuidos a las tecnologías utilizadas/developadas ▪ Articulación de las redes tecno-político-económicas. ▪ Procesos de traducción y convergencia. ▪ Tipos de aprendizaje ▪ Tipos de relación establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grupos de investigación 	Análisis de casos.	Comprender cómo es la relación entre investigadores, conocimientos y tecnologías.

El concepto de “red tecno-político-económica” resulta útil para “estilizar” todo el proceso de cooperación analizando sus distintas etapas. En este sentido permite des-construir y organizar la complejidad de todos los elementos que entran en juego (marco discursivo, intereses, políticas, grupos de investigación, etc.) en distintas etapas del proceso de cooperación. La posibilidad de articular elementos heterogéneos permite también abrir la “caja negra” de la tecnología incluyendo elementos no humanos, como los textos científicos, los artefactos y dispositivos técnicos, etc. en el juego de interacciones políticas, científicas y tecnológicas, que se observan directamente en los casos analizados.

Se trata por lo tanto de un concepto dinámico que busca identificar: a) quien articula la red en cada etapa (actores), qué tipo de polo (político, científico, tecnológico o de mercado) predomina, b) en qué momentos y espacios aparecen los polos de interfase; c) qué características tienen estas redes (largas o cortas, incompletas o encadenadas, convergentes o divergentes) y d) el grado de integración de las redes hacia adentro o hacia fuera del ámbito nacional en los dos países estudiados.

De esta manera se intenta integrar los elementos que conformaron la dinámica socio-técnica de la cooperación y comprender las relaciones entre ciencia, tecnología y política a lo largo de todo el proceso.

III. TICs EN EL SISTEMA INTERNACIONAL: IDEAS, PODER ESTRUCTURAL E INSTITUCIONES.

“La breve historia de la brecha digital ilustra respuestas simbólicas, prácticas y oportunistas al confuso prospecto presentado por el uso masivo de computadoras e Internet. La confusión se apoya en la rápida aceptación de que la computadora es una puerta de entrada a ser miembro de la sociedad de la información y la fuerza de trabajo del futuro, y que de ello resulta una sociedad más democrática, aún frente a ningún cambio sustancial en nuestra estructura social existente que se atribuya a la computación”

(Strover, 2003: 275)

Esta cita constituye una clara crítica a las ideas dominantes en el nivel global que destacan el rol de las tecnologías de la información y la comunicación como vehículos automáticos de transformación social.

En este capítulo, se consideran y adaptan las tres variables propuestas por Cox para analizar la estructura histórica en la cual se desarrollan los procesos de la cooperación internacional en el campo de las Tecnologías Informáticas: los hilos discursivos dominantes sobre las TIC (ideas); las capacidades materiales y el poder estructural en el sector (Strange); y las instituciones en la cuales se consolidan estas ideas y capacidades, incidiendo en el desarrollo y difusión de tecnologías. Asimismo, estos elementos dan cuenta del modo en que las TIC entraron en la esfera de la política internacional y dieron forma a distintos marcos de cooperación.

Sin pretender realizar aquí un análisis exhaustivo de esta “estructura histórica”, se consideran y analizan algunos elementos relacionados estrictamente con el sector TICs que resultan relevantes para ampliar la comprensión del proceso de cooperación estudiado.

1. Hilos discursivos dominantes sobre las TIC.

La referencia a *hilos discursivos dominantes* en el nivel internacional tiene el objeto de identificar y analizar las principales ideas que predominaron en el campo de la política internacional respecto a la utilidad y relevancia global de las TIC. Asimismo, estos hilos permiten identificar y analizar el proceso de “politización” de estas tecnologías, cuyo marco de desarrollo y difusión se percibía como un área de acción internacional.

Una observación que permite organizar de alguna manera estos hilos es que el ingreso de las TIC a la esfera de la política internacional, se produjo en torno a dos *posturas discursivas* diferentes, que se expresaban en cada uno de los organismos cuyos documentos se analizan (OCDE y PNUD). En este caso, las posturas están determinadas por ámbitos institucionales e identidades estatales distintos, pero que pueden ser mutuamente influyentes. Cada postura destaca un aspecto diferente de la utilidad de las tecnologías y establece sus propias prioridades para la política y la cooperación internacional. Estas posturas constituyen por lo tanto dos tejidos discursivos coexistentes. Por un lado, lo que denominaré un tejido de “cooperación científica y tecnológica”, cuyo eje de articulación era la innovación y constituyó la base de la cooperación científica y tecnológica entre países centrales. Por otro lado, el tejido de la “cooperación para el desarrollo”, articulado en torno al concepto de asistencia al desarrollo y constitutivo de una relación centro-periferia. Ambos comparten, sin embargo, una referencia común en la idea de nuevo “paradigma”, por lo cual este aspecto es el primero en analizarse.

Es importante considerar que en ambas posturas se encuentran algunos supuestos coincidentes determinados por la existencia de un *discurso societal global* homogéneo, basado en concepciones neoliberales acerca del proceso de globalización, el rol del Estado y la importancia de la iniciativa privada.

Para comenzar este análisis, se presentan algunos de desarrollos académicos en el campo de la sociología y la economía que fueron construyendo la noción de “paradigma” para explicar los cambios sociales y económicos que

implicaban las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Estos desarrollos incidieron también en la politización de las TIC, tanto en el nivel internacional como en el nivel nacional.

1.1.El “paradigma” de las Tecnologías de la Información

Las referencias a un “nuevo paradigma” constituyen un punto de partida común en la mayoría de los estudios académicos que intentan explicar la aparición e impacto de las TICs.

Hacia fines de los '70 el campo de la sociología se había concentrado en describir cambios sociales que, de una u otra manera, eran resultado del desarrollo de tecnologías que facilitaban la circulación de conocimientos e información. Entre los primeros trabajos que han tenido un importante impacto, cabe destacar el libro de Daniel Bell *“Comming of Post-Industrial Society: A venture in Social Forecasting”* (Bell, 1976). Bell argumentaba que algunos países occidentales se encontraban atravesando la transición hacia una “sociedad post-industrial”, la cual se basaba en el conocimiento codificado como fuente de innovación. Entre otras características, Bell se refirió a esta sociedad como “sociedad de la información”, pues en ella los sistemas de procesamiento y transmisión de datos constituían un recurso transformador. También afirmaba que, así como en la sociedad industrial eran el capital y el trabajo los factores que enmarcaban los problemas, en esta sociedad “post-industrial” eran la información y el conocimiento las que lo realizaban.

Siguiendo esta noción de cambio o transición, los estudios sobre las tecnologías de la Información y la Comunicación adquirieron particular relevancia desde el campo de la Economía, cuando éstos vincularon su aparición con el inicio de un nuevo ciclo de Kondratiev y con la noción de cambio paradigmático. Hacia fines de los '80 Freeman y Perez (1988) reflejaban este vínculo en el concepto de “paradigma tecno-económico” y buscaron analizar cambios en los sistemas tecnológicos que tenían efectos omnicomprendidos en la economía. Lo importante de este trabajo ha sido su intento por dar una explicación al cambio tecnológico, a partir del

surgimiento de un factor tecnológico clave, el consecuente cambio en las formas de producción que genera y el contexto económico en que se desarrolla. De acuerdo con estos autores, el factor clave dentro de un paradigma tecno-económico, cumplía una serie de condiciones: su costo relativo se percibía claramente como bajo y en disminución rápida; su disponibilidad aparecía casi ilimitada y podía proveerse a largo plazo; finalmente, tenía un potencial claro de uso o incorporación en varios productos y procesos a través de todo el sistema económico. En lo que denominaron el “paradigma de la tecnología de la información”, el factor clave era la microelectrónica -particularmente el chip-, cuyos productos tenían una disminución creciente de costos y estaban ampliamente disponibles. Observaban que estos productos estaban ligados a nuevos y permanentes desarrollos en computadoras y telecomunicaciones que se integraban como equipamientos en todos los sectores de la economía. Estos equipamientos se incluían, a su vez, en todas las funciones de las empresas, originando cambios organizacionales más amplios. De esta manera, argumentaban que el nuevo paradigma alteró el “sentido común” de seguir el sendero de la producción masiva e inflexible (*fordismo*), basada en energía y material intensiva, por sistemas menos masivos y más flexibles. Según Perez y Freeman, el tipo ideal de organización en el nuevo paradigma vinculaba diseño, administración, producción y marketing en un sistema integrado y las firmas debían organizarse de otra manera para producir productos y servicios flexibles y rápidamente cambiantes. Asimismo, afirmaban que el perfil de capacidades asociado a este paradigma implicaba calificaciones más altas en todos los niveles y exigía amplias capacidades multi-propósito para el manejo de la información. Daban cuenta así de un nuevo marco de sentido predominante para la innovación, organización y producción en la economía.

Estas ideas fueron también tomadas más tarde en el ámbito latinoamericano por la CEPAL. Un trabajo de esta organización afirmaba que si las discontinuidades se producían a través de revoluciones tecnológicas sucesivas, se puede sostener que “[l]a difusión del uso de las Tecnologías de la Comunicación y la Información y el consecuente proceso de

digitalización son el último ciclo²⁰ (aunque seguro no el final) en una sucesión de innovaciones dominantes, que han dado forma al desarrollo a lo largo de los siglos” (Hilbert y Katz, 2003:44).

Esta noción de paradigma tenía además importantes implicaciones para los países en desarrollo, pues se afirmaba que en el momento de un cambio paradigmático se abrían “ventanas de oportunidad” para los mismos. Tomando esta idea, autores de la CEPAL afirmaban que el ritmo veloz de la destrucción creativa en el sector TICS abría nuevos potenciales puntos de entrada y presentaba dos tipos de oportunidades para los países en desarrollo. La primera era “saltar” (*leapfrog*) soluciones tecnológicas en lo que denominaban bases horizontales (computadoras, tipos de conexión a Internet, software, etc.), es decir, adoptar directamente las soluciones tecnológicas más avanzadas sin pasar por aplicaciones anteriores. La segunda, era dar el salto en la organización productiva y social (*institutional leapfrogging*), es decir en la aplicación de estas tecnologías en distintos sectores como educación, salud, gobierno, etc. (Hilbert y Katz, 2003).

Perez (1988) había destacado, sin embargo, que el aprovechamiento de estas oportunidades dependía de condiciones previamente existentes como un nivel de capacidad productiva razonable, ventajas de localización y una masa crítica de personal calificado en estas nuevas tecnologías. Esta consideración de aspectos o particularidades locales resultaba, sin embargo, limitada pues se refería a elementos dados o precondiciones que facilitaban o no “aprovechar” tecnologías generadas en otros contextos, como un elemento externo a la evolución social y económica de un país. Asimismo, considerar sólo estos aspectos locales dejaba de lado otras consideraciones relevantes sobre otros aspectos estructurales que limitaban su difusión entre países.

La idea de nuevo paradigma también fue tomada en el campo de la sociología. Desde inicios de los '90, uno de los exponentes de las transformaciones tecnológicas, económicas y sociales vinculadas con las tecnologías de la información y la comunicación que ha tenido mayor

²⁰ Estos ciclos son asimilables a lo que Kondratieff identifica como largos ciclos.

difusión, es el sociólogo Manuel Castells²¹. Castells tomó la noción de paradigma tecnológico y caracterizó sus rasgos principales: el desarrollo de la microelectrónica como factor clave, la convergencia de tecnologías específicas en un sistema integrado, la lógica de interconexión en forma de redes de procesos e instituciones y la flexibilidad que tienen estas tecnologías para reconfigurarse. Consideró que las TICs constituían la “base material” de un nuevo tipo de sociedad: la sociedad de la información. A partir de estos elementos definió por lo tanto un paradigma que incluyó esencialmente tecnologías y formas de organización de la producción y la sociedad.

Luego se concentró en explicar los impactos y transformaciones sociales derivados de este cambio paradigmático. Su propuesta partía del supuesto de que ha surgido una nueva economía a escala mundial, que él caracterizó como “*informativa*” -esto es, basada en la capacidad de generar, procesar y aplicar con eficiencia información- y “*global*”, ya que todos los factores y procesos están organizados en torno a una red global y esta economía tiene la capacidad de actuar como una unidad de tiempo real a escala planetaria (Castells, 1999). En este proceso de transformación, Castells observaba más amenazas que ventanas de oportunidad, pues observaba que esta globalidad era limitada e implicaba una situación de exclusión: “Mientras los segmentos dominantes de todas las economías nacionales se encuentran vinculados a la red global, hay segmentos de países, regiones, sectores económicos y sociedades locales desconectados de los procesos de acumulación y consumo que caracterizan a la economía informativa-global” (Castells, 1999: 130).

Las ideas, expresadas en estos y otros trabajos dan cuenta de la existencia de una “comunidad epistémica” (Haas, 1992) que tuvo incidencia en la conformación de un tejido discursivo articulado en torno a la noción de paradigma, que ha tenido diversas implicaciones.

En primer lugar, el desarrollo y difusión de las TIC se entendió como causa (necesaria además) de cambios sociales más amplios. Se trataba, por lo

²¹ Manuel Castells no sólo resulta relevante por su producción académica, sino también por su asesoramiento a organismos como el PNUD o UNRISID.

tanto, de un discurso “determinista tecnológico”, que concebía tecnología y sociedad como campos separados y autónomos, vinculados simplemente en términos de causas y efectos unidireccionales. Este determinismo, implicó la reducción de la complejidad y diversidad de los fenómenos que interactuaban en este proceso de cambio tecnológico, mediante la detección de un factor clave que se identificaba como causa.

En segundo lugar, al presentar el cambio tecnológico a partir de trayectorias determinadas por la propia evolución de la tecnología en juego, la noción de paradigma conducía a identificar países y sectores que se encontraban “más avanzados” en este camino, mientras otros seguían detrás. De este modo, la noción de paradigma no condujo a analizar condiciones estructurales globales relacionadas con la generación y difusión de las TIC, sino que derivó fácilmente en el concepto de “brecha”. Esta idea reflejó un modelo lineal de desarrollo, calificando la “distancia” o las diferencias entre países como “digital” para hacer referencia a estas nuevas tecnologías.

Sobre estos supuestos se fueron consolidando entre 1997 y 2000 una serie de ideas en el plano internacional, acerca de la utilidad y relevancia política de las TICs. Como se anticipó al comienzo de este capítulo, los ámbitos institucionales en que se produjeron estas ideas dan cuenta de dos posturas discursivas diferentes (centro-centro y centro-periferia)

1.2. El tejido de la cooperación científica y tecnológica: las TIC en la economía basada en el conocimiento.

Este tejido puede rastrearse desde fines de la década de los ´80, pero adquirió una articulación formal y amplia difusión a mediados de la década del ´90 en dos publicaciones de la OCDE: *The knowledge-based economy* (OCDE, 1996a) y *Science, Technology and Industry Outlook 1996* (OCDE, 1996b). Luego siguieron los documentos específicos que daban cuenta de la evolución del sector, llamados *Information Technology Outlook* y, publicados a partir de 1997.

El concepto de “economía basada en el conocimiento” fue el núcleo de estos documentos de la OCDE. Este concepto se constituía a partir diversos

desarrollos teóricos del campo de la economía, que otorgaban un rol central a la difusión de conocimientos para el buen funcionamiento de la economía.

El primer desarrollo teórico al que se hacía referencia era el desplazamiento del modelo de crecimiento neoclásico por la “nueva teoría del crecimiento”. Se argumentaba que esta nueva teoría constituía un intento por comprender el rol del conocimiento y la tecnología en las mejoras de productividad, ya que consideraba a la tecnología como factor integrante de la función de producción y no como factor exógeno o residual, de la forma que lo hacía el enfoque neoclásico. Desde esta visión, se comprobaba que las inversiones en conocimiento y capacitación se caracterizaban por rendimientos crecientes. Asimismo, el conocimiento podía aumentar los retornos de inversión, lo que a su vez contribuía a la acumulación de conocimiento. Bajo estos conceptos, la atención de los estudios se centraba en los incentivos para crear nuevos conocimientos y en los modos en que éstos se distribuían en toda la economía. Estos modelos incorporaban, por lo tanto, procesos de decisión macroeconómicos y analizaban las interacciones entre investigadores y productores.

Se explicitaba así que bajo este nuevo enfoque, las inversiones en IyD, educación, capacitación y las nuevas estructuras de administración del trabajo adquirirían mayor relevancia en la economía y se hacía referencia a la importancia del aprendizaje permanente como factor crucial para el crecimiento económico y la competitividad²².

Un segundo desarrollo teórico que aparecía mencionado en estos documentos, era el reconocimiento de que el cambio tecnológico era un proceso interactivo, que tenía lugar entre diversos actores y que requería una retroalimentación permanente entre ciencia, ingeniería, desarrollo de producto, manufactura y marketing. De este modo, se abandonaba el “modelo lineal” que suponía una secuencia entre “investigación-desarrollo-

²² Al respecto, Lundvall (1999) prefería utilizar los términos “*learning economy*” en contraste con terminología adoptada por la OCDE. Apelaba de esta manera a que se incrementó la necesidad de aprendizaje rápido, por lo que no importaba tanto el conocimiento que se posee, sino la capacidad de aprender. De esta manera destacaba que el conocimiento es el resultado de un proceso de interacción social y no puramente un resultado de la economía de mercado.

producción-marketing” y se reemplazaba por un modelo de retroalimentación entre fases del proceso productivo, conocimiento e investigación. En esta visión adquirirían importancia las “redes de conocimiento y, especialmente, la configuración de Sistemas Nacionales de Innovación. Si bien se entendía que estos sistemas se extendían más allá de sus fronteras, las interacciones dentro del mismo se consideraban incidentes sobre la *performance* innovativa de las firmas y economías. Por lo tanto resultaba clave el “poder del sistema para distribuir conocimiento” o asegurar el acceso a stocks de conocimientos relevantes para los innovadores (OCDE, 1996a).

Bajo el concepto de Sistema Nacional de Innovación cambiaba también en la economía el rol asignado al sistema científico, que incluía laboratorios de investigación públicos, instituciones de altos estudios, algunas empresas, organizaciones privadas e infraestructura de apoyo. El trabajo de la OCDE sobre economía basada en el conocimiento destacaba tres funciones básicas del sistema científico (OCDE, 1996a). La primera era la producción de conocimiento, donde se hacía referencia a la desaparición de límite entre ciencia y tecnología. Se reconocía que esto había generado un debate en sobre la línea divisoria entre ambas y sobre si el sistema científico era el único o principal productor de nuevos conocimientos (OCDE, 1996a: 21). Tomando a Gibbons, el documento destacaba que ya no había una distinción significativa entre ambos campos y que los métodos de investigación científica se habían masificado y difundido por toda la sociedad a través inversiones pasadas en educación e investigación, de modo que no era posible identificar un solo lugar que pudiera originar conocimiento científico. Esto lo sustentaban destacando que “...los estudios sobre procesos de investigación han demostrado que las mejoras tecnológicas incrementales a menudo usan pocos insumos científicos y que la búsqueda de soluciones tecnológicas puede ser una productiva fuente de nuevas preguntas y respuestas científicas” (OCDE, 1996a: 22).

En segundo lugar, se argumentaba que el sistema tenía una función de transmisión mediante la educación y desarrollo de RRHH. A esta función tradicional y ante la falta de recursos, se destacaba que las universidades en

los países de la OCDE estaban incorporando una tercera función: la transferencia de conocimientos. Se argumentaba que esta función de difundir conocimientos en toda la economía exigía al sistema científico fortalecer su rol como parte integrante de una red y de un sistema más amplio. Las redes de distribución de conocimientos resultaban claves para el diseño de políticas en este sistema, en tanto se consideraban "...los agentes y estructuras que dan apoyo al avance y uso del conocimiento en la economía y las vinculaciones entre ellos" (OCDE, 1996a: 24). Este énfasis en las interacciones entre distintos elementos del sistema se articulaba con el objetivo de fortalecer la economía de un país. Desde esta perspectiva, las redes resultaban "...cruciales en la capacidad de un país para difundir innovaciones y absorber y maximizar la contribución de la tecnología a los procesos de producción y al desarrollo de productos" (OCDE, 1996a: 24).

Desde las publicaciones que conformaron la perspectiva de la OCDE, la utilidad de las tecnologías de la Información y la Comunicación se insertaba dentro de esta concepción acerca de la transición hacia una economía basada en el conocimiento.

En primer lugar, se reconocía que estas tecnologías habían incidido en un aumento significativo del conocimiento codificado y de su difusión, ya que podía ser transmitido a grandes distancias y a bajo costo. Se le asignaba a este hecho una valoración económica positiva, en tanto permitía que el conocimiento adquiriera características de *commodity*, facilitaba las transacciones de mercado y aceleraba el crecimiento de conocimiento disponible y accesible (OCDE, 1996b).

En segundo lugar, se le otorgaba a las TIC un carácter performativo de cambios sociales más amplios: "[l]a codificación creciente del conocimiento y su transmisión mediante redes de comunicación y computación condujo a la emergencia de la sociedad de la información" (OCDE, 1996b). Se vinculaban así estas tecnologías con un tipo particular de sociedad.

En tercer lugar, se consideraba de particular relevancia la incidencia de las TIC en el mercado laboral. Si bien estas tecnologías habían aumentado el flujo y la circulación de conocimiento codificado, se destacaba que esto no

eliminaba el valor del conocimiento tácito que se transmitía en la interacción. Por el contrario, se consideraba que las mismas tecnologías habían modificado el mercado de trabajo y que se requerían más trabajadores con calificación para manejar conocimiento codificado. Se afirmaba que “[e]n tanto el acceso a la información se vuelve más fácil y menos costoso, las habilidades y competencias requeridas para seleccionar y utilizar eficientemente la información se vuelven más cruciales” (OCDE, 1996b: 232) A partir de datos empíricos, se observaba que el manejo de nuevas tecnologías constituía también una “herramienta para el avance individual y organizacional”. Los trabajadores con capacidad para manejar las TIC tenían mejores salarios, a la vez que se producían efectos negativos en la demanda de trabajadores de baja calificación (OCDE, 1996a: 16).

Vale la pena citar el siguiente párrafo que sintetiza claramente cómo se articulaban las nociones de economía del conocimiento y TIC:

“Los países de la OCDE continúan evidenciando una transición desde una economía industrial hacia una post-industrial basada en el conocimiento. Aquí, la productividad y el crecimiento están ampliamente determinados por la proporción de progreso técnico y la acumulación de conocimiento. Las redes o sistemas que puedan distribuir conocimiento e información de manera eficiente, tienen una importancia clave. Las partes de la economía intensivas en conocimiento o de alta tecnología tienden a ser las más dinámicas en términos de resultados crecimiento y de empleo, el cual intensifica su demanda de trabajadores altamente calificados. El aprendizaje de individuos y empresas es crucial para realizar el potencial de productividad de las nuevas tecnologías y un crecimiento económico de largo plazo” (OCDE, 1996a: 18)

De esta manera, la noción de economía basada en el conocimiento tenía en el discurso una doble función. Por un lado, tenía una función descriptiva, al afirmar, por ejemplo, que “[l]os desplazamientos en la estructura industrial y ocupacional de las economías de la OCDE indican un movimiento hacia economías basadas en el conocimiento” (OCDE, 1996b: 14) o que los indicadores de estos países evidencian mayores niveles de ocupación en

sectores intensivos en conocimiento. Por otro lado, tenía también una función performativa: “Las políticas científicas, tecnológicas e industriales de la OCDE deben ser formuladas para maximizar la *performance* y el bienestar en economías basadas en el conocimiento –economías que están directamente basadas en la producción, distribución y uso del conocimiento y la información” (OCDE, 1996b: 229).

De acuerdo con esta definición, las TICs debían tener un rol central en la formulación de las políticas de los países de la OCDE. Los contenidos de estos documentos reflejan que los países industrializados percibían que todos se hallaban siguiendo este mismo proceso de transición hacia la economía del conocimiento y que dado el carácter global y los “efectos de red” de las TICs, era necesario cooperar para facilitar su desarrollo y difusión. Así, en la Conferencia del G8 realizada en 1995 acordaron ocho principios claves (G-8, 1995): promover una competencia dinámica; promocionar la inversión privada; definir un marco regulatorio adecuado; proveer acceso abierto a las redes; asegurar la provisión universal y el acceso a servicios, promover la igualdad de oportunidades para todos los ciudadanos, promover la diversidad de contenidos (incluyendo cultural y lingüística); y reconocer la necesidad de una cooperación mundial con particular atención a los países en desarrollo. El acuerdo sobre estos principios buscaba crear las condiciones globales para el crecimiento de un mercado abierto y competitivo en este nuevo sector. De esta manera, los países centrales en el sistema internacional ejercieron un poder estructural al constituir y acordar los principios y reglas que organizarían las relaciones interestatales, así como el rol de los estados y del mercado en el funcionamiento del sector TICs. Estos principios implicaron también compromisos sobre acciones de política concretas. Entre ellas, promover la “interconectividad” y la “interoperabilidad” de las tecnologías; promover el desarrollo de mercados globales para redes, servicios y aplicaciones; asegurar los derechos de propiedad intelectual; cooperar en investigación y desarrollo para generar nuevas aplicaciones; y, finalmente, monitorear las implicaciones económicas y sociales de la evolución del sector (G8, 1995). Bajo estos principios y políticas acordados entre los países centrales, cada

estado tendió a establecer políticas locales que mejoraran su posicionamiento en esta área internacional ampliamente competitiva.

1.3. Tejido discursivo de la cooperación para el desarrollo: las TICs como vehículo para el desarrollo humano.

El tejido discursivo de la cooperación para el desarrollo se constituyó esencialmente a partir de dos hilos discursivos: a) la contribución de las TICs al desarrollo humano y b) el problema de la brecha digital.

a) La contribución de las TICs al desarrollo humano.

En el ámbito de los organismos internacionales de asistencia al desarrollo, la vinculación entre TIC y desarrollo apareció por primera vez en 1999 en el Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD. En el mismo, estas tecnologías ocuparon un lugar central, en particular relación con el proceso de globalización.

Las TICs se definieron como medios que permitían acceso y difusión de información, poniendo por lo tanto el énfasis en la “C”, de comunicación. Esta visión adquiriría sentido en el marco de concepciones acerca del desarrollo humano que incluían la idea de mayor participación y libertad individual. Se afirmaba que las TIC “...pueden ser una fuerza tremenda para el desarrollo humano de todos aquellos que están conectados” (PNUD, 1999: 58).

El informe identificaba cuatro aportes de las TIC al desarrollo humano. El primero era proveer información, de modo que lo que se requería era contar inicialmente con infraestructura física, pero también con instituciones, capacidades y administración. Se entendía entonces que la disponibilidad de conexiones, servicios y computadoras no era suficiente para obtener beneficios de estas tecnologías. También se relativizaba su importancia en relación con otras necesidades, destacando que la información era “una entre varias necesidades” y que había lugares con otras prioridades como infraestructura de servicios básicos, higiene, salud, educación, alimentación, etc.

El segundo aporte era el fortalecimiento de actores económicos y sociales (“*empowerment*”). Se entendía que las TIC abrían nuevas oportunidades para que pequeños actores ingresaran en espacios de mercado global y en la arena política, mediante información que les permitiera tomar decisiones, acceder a experiencias internacionales y debates de actualidad. De manera que la utilización de TIC podía permitir a estos actores “fortalecer sus posiciones de negociación para una mayor presencia en foros internacionales”. También podía facilitar la actualización de científicos y académicos y disminuir costos de tiempo y dinero para pequeñas empresas.

El tercer aporte era aumentar la productividad, de manera que así resaltaban la importancia económica de la tecnología en una economía global. Se afirmaba que dado el predominio de sectores intensivos en conocimiento en la economía global, “ingresar en la producción de conocimiento puede ser un camino rápido hacia el crecimiento”. Pero no se abogaba por la generación local de los mismos, sino por el camino rápido de la transferencia desde los países desarrollados: “Los países pueden progresar creando la capacidad básica para operar tecnología importada (...), aprendiendo a duplicar, adaptar a sus propias necesidades e innovar” (PNUD, 1999).

Finalmente, las TIC constituían un elemento para resolver problemas de censura, en tanto facilitaban la difusión de información pública. En el mismo sentido, contribuía a fortalecer las democracias, ya que posibilitaban que las agencias de gobierno utilizaran sitios web para incrementar la transparencia de sus operaciones (PNUD, 1999).

En todos los puntos, la justificación de la utilidad de las TICs se basaba en el relato de casos exitosos aislados, en los que se establecía una relación causal entre la introducción de TICs y la mejora aspectos políticos o económicos de una localidad.

El Informe sobre el Desarrollo Humano 2001 abordó también la vinculación entre TICs y desarrollo con una línea similar. Sostenía que las TICs contribuían a superar tres barreras: “barreras al conocimiento” (más acceso a información, mejor educación y capacitación), “barreras a la participación”

(Internet es un medio de vinculación y organización de movimientos de la sociedad civil a nivel global) y “barreras a las oportunidades económicas” (las TICs y las industrias relacionadas son los sectores más dinámicos de la economía) (PNUD, 2001). La construcción de estas afirmaciones implicaba que conocimiento, participación y oportunidades económicas estaban de algún modo disponibles y que cada persona podía acceder a ellas “cruzando una barrera” con ayuda de las TICs. También implicaban que estos tres elementos eran constitutivos de una definición de desarrollo, no ya entendido como “desarrollo nacional”, sino como desarrollo de los individuos de una sociedad.

Las relaciones establecidas entre TICs y desarrollo en los documentos del PNUD se derivaban de la definición de “desarrollo humano”, entendido como “ampliación de las oportunidades de las personas”. De esta manera, la definición de su utilidad para el desarrollo quedaba directamente asociada a las posibilidades de acceder a ellas. Por otra parte, se fue construyendo así un discurso que establecía un vínculo automático entre la introducción de TICs y la superación de problemas económicos, políticos y sociales de los países menos desarrollados.

b) La brecha digital

A partir de datos cuantitativos, el Informe de Desarrollo Humano de 1999 daba cuenta también de una situación de disparidad en el acceso a las TICs entre países. Presentaba indicadores comparativos entre países “desarrollados” y países “en desarrollo” (líneas telefónicas, usuarios de internet, teléfonos celulares, educación y capacitación en uso de TIC). También mencionaba líneas divisorias dentro de cada país a partir de datos relevados entre 1998 y 1999: ingreso, educación, género, edad, etnia, idioma. Mostraba así que las diferencias de acceso se daban tanto entre países como entre grupos sociales.

Estos datos llevaban a definir una brecha” en las posibilidades de comunicación e información entre dos grupos, como “consecuencia” del cambio social que generaban las TICs. En este sentido, el informe afirmaba

que “...la sociedad red está creando sistemas de comunicación paralelos: uno para aquellos ingreso, educación y –literalmente- conexión, otorgando gran cantidad de información a bajo costo y alta velocidad; el otro para aquellos sin conexiones, bloqueados por altas barreras de tiempo, costo e incertidumbre y dependientes de información desactualizada” (PNUD, 1999: 63). Se concebía así que esta “brecha” acrecentaba los problemas de grupos sociales que vivían en la pobreza, cuyas “voces y preocupaciones” estaban siendo “crecientemente marginadas” (PNUD, 1999: 63).

El informe argumentaba también que esta situación de “marginalización y vulnerabilidad” era consecuencia de una serie de “nuevas reglas de globalización” que determinaban el sendero de la tecnología. Entre estas reglas, destacaba la creciente “privatización” de la investigación producida ante la creciente dinámica de los productos de alta tecnología en el comercio mundial. Según los datos del informe, esto había producido un aumento de patentes privadas en relación con las patentes de universidades e instituciones de investigación públicas. A su vez, se llamaba la atención sobre la concentración del mercado en un pequeño grupo de grandes empresas. El problema que se destacaba a partir de estos cambios, era “el dinero habla más fuerte que la necesidad” y a que la investigación se concentrara en mercados de altos ingresos (PNUD, 1999).

Con relación a esto último, otra “nueva regla” era el establecimiento de leyes de propiedad intelectual restrictivas. El informe mencionaba que el Acuerdo sobre Aspectos de Derechos de Propiedad Intelectual Relativos al Comercio (TRIPS) que había entrado en vigor en 1995, imponía estándares mínimos para las leyes nacionales relativas a patentes, derechos de autor, *trademarks* y secretos de comercio. Estos estándares habían sido derivados de legislaciones de países industrializados e impuestos a todos los miembros de la OMC. Las solicitudes de patentes se concentran en los países industrializados (97%), al igual que el pago de royalties y licencias. Los países en desarrollo se veían por lo tanto afectados por este acuerdo, en tanto estos derechos restrictivos aumentaban el precio de transferencia de tecnología y presentaban el riesgo de excluirlos de la dinámica del sector de conocimiento en áreas como software y drogas genéticas. También el

informe destacaba que estas leyes prestaban poca atención al conocimiento local y a la diversidad cultural. En el caso del software, se destacaba especialmente que la regulación requería un equilibrio entre la protección necesaria, pues el software era caro de desarrollar y barato de copiar, y una excesiva protección que pueda eliminar competencia e innovación (PNUD, 1999)

A partir de estas expresiones, el PNUD definía entonces el problema de la “brecha” entre grupos sociales y países considerando dos aspectos. Por un lado, medía disparidades en las posibilidades de acceso a información y comunicación en forma rápida y a bajo costo, utilizando las nuevas tecnologías digitales. Por otro lado, consideraba las dificultades de apropiación por parte de grupos sociales y países, restringida tanto por el predominio de inversión privada en la investigación y producción de nuevas tecnologías, como por las reglas de propiedad intelectual.

La “brecha digital” se definió como el principal problema a resolver para los países “en desarrollo” y los países agrupados en el Comité de Asistencia al Desarrollo de la OCDE (CAD) definieron esta superación a partir de acciones que promovieran el “acceso” a las tecnologías y su utilización, pero no abordaron las cuestiones relacionadas con los problemas de apropiación.

2. Capacidades materiales y poder estructural en el campo de las TICs.

Los tejidos discursivos descriptos se desarrollaron en concordancia con un hecho económico significativo: la constitución del software –producto constitutivo de las TICs- como un sector económico altamente dinámico en el mercado internacional. Las principales empresas desarrolladoras de software, radicadas en su mayoría en EEUU, fueron las que dispusieron del conocimiento, el financiamiento, la capacidad de producción y difusión que configuraron su poder estructural en el sector. Esta dinámica fue sin duda impulsada por los proyectos estatales de investigación en EEUU que condujeron a la creación de Internet. Su posterior difusión masiva determinó

en gran medida el desarrollo de tecnologías asociadas a todas las tecnologías que integraban sistema TICs y el software en particular.

Un análisis exhaustivo del sector excede el alcance de esta tesis, por lo cual sólo se mencionan algunas características del mismo y estrategias de las empresas para consolidar su posición, especialmente a partir del desarrollo de tecnologías que funcionaron como estándares *de facto*.

2.1. Características del sector software.

Desde comienzos de los ´60 las industrias de computadoras proveían el software junto con el hardware. Una parte era software de infraestructura y otra parte eran aplicaciones diseñadas para requerimientos específicos de los sistemas de computadoras instalados en los clientes. Esto se fue modificando hacia los ´70, particularmente cuando el Departamento de Justicia de los EEUU le exigió a IBM que facturara su software y hardware en forma separada. Este acuerdo, por el cual las industrias de hardware debieron vender el software en forma separada o no atada, fue la base fundacional de la industria del software²³ (OECD, 2002). A partir de entonces su impacto económico y su relevancia dentro del conjunto de las TICs fueron creciendo, a la vez que las empresas fueron montando estrategias para “atar”, de alguna manera, software y hardware.

Entre 1985 y 1998 se produjo un cambio estructural en el mercado global de TICs: mientras decreció la importancia del hardware, aumentó la importancia del software (OECD, 1997). Esto se veía reflejado al comparar los tres segmentos incluidos en el mercado de las TICs. Si bien la mayor parte del mercado estaba concentrada en equipos y servicios de telecomunicaciones (43%), el segundo lugar lo ocupaban el software y servicios informáticos (38%), duplicando la participación del hardware (19%) (OECD, 2000).

Este importante crecimiento del software fue asociado con su relevancia creciente para el funcionamiento de todos los sectores de la economía. Se

²³ A pesar de ello, IBM permaneció como líder en el mercado de software desde entonces y consolidó su posición con la compra de Lotus en 1996

afirmaba, por ejemplo, que la industria del software estaba “...en el corazón de las tecnologías de la información y estrechamente ligada a las industrias de computadoras y comunicaciones, tanto tecnológicamente, como en las actividades de las firmas” (OCDE, 2002: 105). El software se concebía crecientemente como un factor clave de inversión de estas últimas.

Tanto el crecimiento como la relevancia del sector podía medirse a partir de una serie de variables: valor agregado, empleo, salarios, intensidad de investigación y desarrollo, patentes e inversiones (OECD, 2002). El valor agregado se había incrementado más rápido que en cualquier otro sector incluido dentro del conjunto de las TICs. Se observaba también que los salarios eran relativamente mayores y habían crecido más rápido que en el promedio de todos los sectores de la economía. El aumento de la inversión en investigación y desarrollo se medía no sólo dentro del sector, sino también en la inversión que realizaban otras industrias en aspectos relacionados con el software, particularmente los servicios que requerían. El software había sido además el componente más dinámico de inversión en TIC en el promedio del crecimiento de las inversiones e incluso en el crecimiento del PBI en los países de la OCDE durante los '90 (OECD, 2002).

Si se observa la estructura de empresas que conformaban el sector, puede advertirse un alto nivel de concentración. En el año 2000 las 20 primeras empresas en software y servicios contaban con más de un tercio de las ventas totales. Asimismo, tres empresas líderes en el desarrollo de software habían permanecido entre las primeras cinco en el período 1996- 2002: IBM, Microsoft y Oracle. A pesar de que el liderazgo parecía ser un fenómeno de corto plazo en el mercado del software -de acuerdo con estadísticas de ciclos de vida de productos-, Microsoft continuaba siendo la empresa que lideraba la mayoría de los segmentos de mercado del software para computadoras personales²⁴ (OCDE, 2002).

²⁴ En 1999 Microsoft estaba primera en venta de software empaquetado y tenía una fuerte presencia en todos los segmentos del mercado de software empaquetado: en sistemas de infraestructura con el sistema operativo windows, en aplicaciones de negocios con Office Suite y en herramientas de desarrollo de software con Visual Basic. (OCDE, 2002: 117).

Las fusiones, adquisiciones y alianzas han constituido las estrategias más comunes entre las empresas del sector TICs para consolidar su dominio en distintos segmentos del mercado. El software ha sido una de las principales áreas para alianzas estratégicas de socios que pertenecen o no al sector, con el objetivo de acceder a capacidades complementarias²⁵.

Los desarrolladores y proveedores de software han sido los principales objetivos de fusiones y adquisiciones trans-sectoriales, particularmente por parte de instituciones financieras y compañías de telecomunicaciones. Asimismo, a pesar de los altos niveles de ingreso de nuevas empresas en el sector, las compañías líderes tienden a adquirir a los pequeños start-ups para obtener nuevas tecnologías y acceder a nuevos mercados (OCDE, 2002).

A los fines de comprender algunos aspectos relevantes que configuraron las relaciones de poder global en este sector, es importante destacar dos características del mismo. La primera era que la producción de software comprendía altos costos para su desarrollo y prueba de productos, pero los costos de réplica resultaban mínimos, generando así economías de escala y, a la vez, una creciente preocupación por la protección de la propiedad intelectual bajo derechos de autor. La segunda característica estaba dada por los “efectos de red” de la producción, lo cual significaba que el valor de un programa de software se incrementaba a medida que aumentaba el número de usuarios (OCDE, 2002). Esta segunda característica también contribuyó a consolidar el poder de las “primeras empresas en llegar” y, como contrapartida, dificultó la consolidación de las que llegaron más tarde.

2.2. Poder estructural en el sector software.

Para esta tesis, la estrategia más relevante para comprender cómo las principales empresas del sector mantienen su poder estructural, ha sido el

²⁵ Según datos de 2000, un tercio de las alianzas se realizaban para proveer servicios de recuperación de datos, (incluido actividades relacionadas con Internet). Como ejemplo, se puede mencionar que tres de las cinco principales empresas de consultoría y contabilidad estaban en 2002 entre los 10 primeros vendedores de software a nivel mundial: Pricewaterhouse Coopers, Accenture y Cap Gemini Ernst and Young OCDE (2002). *OCDE Information Technology Outlook. ICTs and the information economy*. OCDE.

establecimiento de estándares *de facto*²⁶. Los estándares tienden a desarrollarse en mercados en los que hay mayores ganancias cuanto mayor es el número y la magnitud de empresas que adoptan las mismas tecnologías. Esto se debe a que las externalidades de red aumentan los costos de los consumidores que deben utilizar productos complementarios o invertir mucho en el aprendizaje de un producto específico para usarlo efectivamente. Por esta razón, "...cuando existen estándares pertinentes, los costos de mejorar, expandir y utilizar productos relacionados disminuyen en proporción con los mercados que no aceptan el estándar" (Axelrod, Mitchell, Thomas, Bennett y Bruderer, 2004). En consecuencia, habrá mayor interés de los consumidores por aquellos productos que se suscriben a estándares aceptados. De esta forma se produce un efecto de "*lock-in*" en la base de consumidores creada.

En la industria del software, la difusión de estándares abiertos tiende a significar una pérdida de mercado para aquellos desarrolladores de nuevas tecnologías que no son compatibles con aquellas ya establecidas. En este sentido, también ha sido importante el posicionamiento inicial de una empresa en el sector (lo que se conoce como las ventajas del "*first-mover*"). Por estas razones, tanto empresas de software como de hardware han intentado desarrollar plataformas compatibles y establecer estándares que facilitaran la "interoperabilidad" entre equipos y programas²⁷.

En el sector del software, el establecimiento de algunos estándares *de facto*, a partir de desarrollos tecnológicos, ha constituido una de las principales formas de configurar la estructura de poder en el sector. De acuerdo con esta definición, los lenguajes de programación pueden definirse como estándares *de facto*, pues es a partir ellos que se desarrollan aplicaciones específicas que pueden ejecutarse en las computadoras (ver recuadro 1).

²⁶ Los estándares pueden establecerse tanto *de jure*, cuando hay un organismo regulador con fuerza de ley, o *de facto*, cuando son las fuerzas del mercado quienes los determinan.

²⁷ El caso paradigmático ha sido lo que se conoce como "*Wintelism*", la coalición entre el sistema operativo de Microsoft (Windows) y el microprocesador de Intel, que han determinado la arquitectura de las computadoras personales de IBM. Para más detalles del caso ver Kim y Hart (2002).

Recuadro 1: Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación constituyen medios para transmitir instrucciones a una computadora para que desarrolle distintas tareas. Se definieron como “lenguajes” porque consisten en un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos y expresiones. En la historia de la computación se han sucedido diversos lenguajes que fueron ampliando las posibilidades de programar sistemas cada vez más complejos y en para distintos ámbitos de actividad.

De acuerdo con sus características, los lenguajes pueden agruparse en una serie de generaciones. La primera generación de lenguajes (1954-1958) fue utilizada esencialmente para tareas científicas y de ingeniería, y su vocabulario era enteramente matemático. Estos lenguajes se constituían a partir de expresiones y fórmulas matemáticas (FORTRAN I, ALGOL 58, Flowmatic e IPL V). En la segunda generación (1959-1961) el énfasis estuvo en las abstracciones algorítmicas. Como respuesta a una creciente automatización de actividades en las empresas, estos lenguajes se concentraban en “decirle” a la máquina qué tareas hacer, dando un paso más allá de la máquina hacia los problemas a resolver. A partir de los ´60, el costo de las computadoras cayó dramáticamente a raíz del desarrollo de transistores y circuitos integrados, a la vez que aumentó su capacidad de procesamiento para problemas más complejos. La tercera generación (1962-1970) debió responder entonces a la demanda de manipulación de distintos tipos de datos, apoyándose en la abstracción. Entre estos lenguajes, se desarrolló “Simula”, en el *Norwegian Computing Center* de Oslo. Respondía entonces a la necesidad de desarrollar herramientas precisas para la descripción y simulación de sistemas complejos “hombre-máquina”. “Simula” ha sido considerado como el primer lenguaje “basado en objetos”, aunque se argumenta que no era “orientado a objetos”. Lo cierto es que este lenguaje proponía el concepto de clases y subclases que estaría luego contenido en el modelo de programación orientada a objetos que se difundió en los ´90.

En los '70 se crearon una gran cantidad y diversidad de lenguajes que, en su mayoría, se basaban en conceptos introducidos por los lenguajes previos. Pocos de estos lenguajes, como C y FORTRAN 77, sobrevivieron.

A partir de los '90 se desarrollaron lenguajes que soportaban mejor el proceso de descomposición orientado a objetos, que se consideraba entonces como un nuevo “paradigma” de programación.

Uno de estos lenguajes que tuvo amplia difusión académica fue *smalltalk*, desarrollado por Xerox en sus laboratorios de Palo Alto. Este lenguaje transformaba el paradigma de orientación a objetos de Simula haciendo que todo en el lenguaje fuera la instancia de una “clase”. Más adelante Java y C++, respaldados por vendedores de herramientas comerciales de programación, se transformaron en el *mainstream*.

Booch (2007)

En el caso estudiado, resulta de particular importancia analizar la amplia difusión de Java considerándolo un *estándar de facto*. Este lenguaje fue lanzado por Sun Microsystems al mercado en 1995, tras un proyecto que la empresa había comenzado en 1991, llamado “Green”. El objetivo de este proyecto había sido crear un “...único ambiente operativo, procesador y software que corriera sobre él, que pudiera utilizarse por cualquier artefacto electrónico de consumo, desde computadoras y máquinas de video juegos, hasta controles remoto y VCRs.”(Youmans, 1997) (ver recuadro 2). Las dos tecnologías centrales de Java eran el lenguaje de programación en sí mismo y las “Máquinas Virtuales de JAVA”. Éstas últimas consistían en “una computadora virtual que ejecuta el código de Java usando los recursos de computación disponibles en una plataforma específica” (OECD, 1997: 163). De acuerdo con Youmans (1997), la ventaja de Java era que permitía producir programas llamados *applets* que podían transmitirse y ejecutarse sobre Internet. Fue por lo tanto la valoración de su capacidad de extenderse sobre Internet lo que promovió su amplia difusión y pronto Java estuvo disponible en las principales plataformas de programación, incluyendo Windows, Macintosh y Unix (OECD, 1997). Se trataba además de un

lenguaje calificado como simple y sencillo para "...facilitar la carga de programación y reducir la necesidad de entrenamientos esotéricos y extensivos de programadores" (Youmans, 1997). Simplicidad, capacidad para transmitirse por Internet y para ejecutarse en distintas plataformas fueron las definiciones que constituyeron a este lenguaje como estándar de facto.

También fue su "orientación a objetos", el nuevo paradigma de programación, lo que impulsó su amplia difusión.

Recuadro 2: Breve historia de Java

Creada en 1982, Sun Microsystems es uno de los principales productores de computadoras basadas en UNIX, monitores y servidores para potenciar redes internas.

En 1990 la programación con amplio surtido de interfases de programación aplicadas (*application programming interfaces* (APIs)) que sostenía Sun se definió como un problema. A fin de solucionarlo, en 1991 se creó el proyecto secreto "Green" dentro de Sun Microsystems, dirigido por James Gosling. Trabajaron en una oficina fuera de Sun, guiados por la idea de hallar convergencia entre artefactos de consumo controlados digitalmente y las computadoras. El primer resultado fue un lenguaje de programación orientado a objetos, independiente de cualquier plataforma, llamado "Oak". Como demostración desarrollaron un artefacto de entretenimiento pequeño y manual, que ofrecía una interfase intensiva en gráficos fácil de usar, llamada "7". En ese momento, Sun transformó el proyecto en una empresa propia llamada First Person.

En 1994 First Person comenzó a adaptar Oak y a desarrollar un sistema operativo que permitiera correr software multimedia en línea. También decidió regalar la fuente del lenguaje Oak a través de Internet. El lenguaje fue rebautizado entonces como Java.

En 1995 Sun produjo el navegador web HotJava permitiendo a Netscape soportar también el lenguaje Java. JavaSoft fue fundada en 1996 y sacó al mercado el Java Development Kit (JDK) que continuó luego

desarrollándose en diferentes versiones de la plataforma de Java Enterprise Edition.

(Youmans, 1997)

La historia de Java estuvo estrechamente ligada a dos elementos tecnológicos que caracterizaban las tendencias globales en el desarrollo de software: la orientación a objetos y los componentes. Ambas tecnologías tendían a fragmentar la programación de software, ya fuera a través de objetos que se interrelacionaban para cumplir tareas, o bien a través de componentes que podían integrarse de distintas formas para cumplir funciones.

La orientación a objetos se consideraba un “paradigma”, una “postura ontológica” o una “manera de ver la realidad”, que entendía que “...el universo computacional está poblado por objetos, cada uno responsabilizándose por sí mismo, y comunicándose con los demás por medio de mensajes” (Greiff, 1994.). Al mismo tiempo, en un plano menos abstracto, la Orientación a Objetos constituía también un método de diseño de software. Como tal, su principal virtud era permitir la reutilización de objetos y diseños completos de software, de manera que el trabajo de programación realizado para una aplicación determinada se pudiera utilizar luego en otras (ver recuadro 3).

Recuadro 3: Programación orientada a objetos (OO)

La programación orientada a objetos es un método en el cuál los programas son organizados como grupos cooperativos de objetos, cada uno de los cuales representa una instancia de alguna clase (Greiff, 1994.).

Un objeto es aquello que tiene estado (propiedades más valores), comportamiento (acciones y reacciones a mensajes) e identidad (propiedad que lo distingue de los demás objetos). Una *clase* es un conjunto de objetos que comparten una estructura y comportamiento común.

El primer elemento de un objeto comprende *códigos o funciones*, esto es, secuencias de instrucciones para la computadora que definen el comportamiento del objeto. El segundo elemento está dado por *datos o estructuras* que constituyen la información que es operada por estas instrucciones. Por lo tanto, mientras en el paradigma de programación estructurada las funciones y estructuras estaban desconectadas, y una función podía operar más de una estructura, el diseño orientado a objetos (OOD) trata a ambos elementos como una sola cosa: un objeto. Los objetos se comunican a través de mensajes que definen todo lo que el objeto puede hacer. Se destaca por lo tanto, que un objeto funciona como una “caja negra” que no es necesario abrir o modificar por el usuario, sino que éste lo trata a partir de mensajes. Se argumenta que este tipo de programación garantiza el correcto funcionamiento del software, pues las fallas en alguna parte no tienen impacto en otras. Esto no significa que ante cualquier dificultad, el objeto no pueda modificarse. Al tener las funciones dentro de cada objeto, cuando aparece algún problema en una de ellas, un programador puede introducirse en el objeto para corregirlo, sin intervenir en el resto de la programación. Por el contrario, cualquier cambio que había que hacer en un sistema estructurado, podía impactar en el resto del sistema. El OOD, al permitir una programación más compartimentada entre distintos objetos, hace que el mantenimiento de los sistemas sea mucho más fácil (Bibbó, 2004)

La orientación a objetos constituía así un marco tecnológico en el cual se definían problemas y soluciones respecto al desarrollo de software. Entre sus definiciones, este marco concebía al software como un producto industrial, cuyo desarrollo y producción debía simplificarse en términos de esfuerzos de programación y mantenimiento de los programas. Las soluciones como “granulación” y “reutilización” resolvían en gran medida estos problemas identificados. Asimismo, se esperaba que la programación orientada a objetos “...permitiera que las pequeñas empresas se especializaran en producir objetos para trabajos específicos” (OECD, 1997:

167) creando así a un mercado de software vinculado por relaciones complejas entre varias firmas.

Java también fue comprendido como parte de un nuevo grupo de tecnologías denominadas “software de componentes”. La particularidad de este tipo de software se refería a que se focalizaba en la integración de elementos y se organizaba en torno a “funciones”. Esto significaba que “...en lugar de usar aplicaciones simples para escribir un documento, uno utiliza un conjunto de componentes, cada uno de los cuales completa una función simple (...) La ventaja de este enfoque es que los componentes de software pueden combinarse de distintas maneras dependiendo de las necesidades del usuario” (OECD, 1997: 165). Así, los componentes se definían a partir de las mismas expectativas, problemas y soluciones que los objetos, pero en un nivel más inclusivo: “...el software de componentes toma conceptos de la programación orientada a objetos y los usa en el nivel de las aplicaciones”, que resultaba “más accesible a los usuarios, como así también a los programadores” (OECD, 1997: 168)

Las definiciones implícitas tanto en la programación orientada a objetos, como en el software de componentes, constituyeron un marco tecnológico global relativo al desarrollo de software. Este marco tecnológico se constituía a partir de una definición del software como un “producto industrial” y consecuentemente excluía el significado alternativo de “producto artesanal”, esto es, construido “desde cero”, como algo original para un fin particular y con más tiempo de dedicación en su desarrollo²⁸. Se construía así también a partir de definiciones sobre problemas y soluciones para el desarrollo “eficiente” de estos productos. Los principales problemas, definidos en este marco como consecuencia de la utilización de la “programación estructurada”, eran los altos costos y la intensidad de trabajo que requería el desarrollo de programas, así como las dificultades que implicaba su mantenimiento y modificación, pues todos sus elementos estaban organizados como parte de una misma estructura y resultaban

²⁸ Este hecho se contrapone a algunas ideas sostenidas por agencias de cooperación para el desarrollo que argumentan que con una PC y la capacidad intelectual de una persona, se puede desarrollar un producto intensivo en conocimiento con mayor rédito económico. Este supuesto es excesivamente simplista y no contempla todos los factores que inciden en el desarrollo, producción y difusión de un software.

interdependientes La solución que se proponía era la programación de partes independientes y reutilizables (objetos y componentes).

Este marco tecnológico implicó así la constitución un tejido discursivo en el plano de las interacciones tecnológicas y productivas del sistema internacional, paralelo al proceso de politización descrito en el punto 1 de este capítulo.

Si bien este marco incluía expectativas sobre una evolución fragmentada del mercado, en el que podrían participar pequeñas empresas productoras de “objetos” o “componentes”, lo cierto fue que su utilización facilitó más bien el desarrollo de grandes proyectos a partir de una división del trabajo bien definida “dentro” de las grandes empresas (OCDE, 1997).

Tanto el marco tecnológico, como la creciente difusión de Java, contribuyeron al desarrollo de un proceso de creciente estandarización de la programación de software, consolidando al mismo tiempo el poder de las principales empresas transnacionales en el sector y la posición de aquellos países con mayor capacidad para su producción y aplicación en diversos sectores industriales.

3. Hilos discursivos dominantes, poder e instituciones.

A partir de la información analizada, se observó la constitución de dos tejidos discursivos en torno al tratamiento político que tuvieron las TICs en el nivel internacional. Ambos tejidos incluyeron la noción de cambio paradigmático para identificar diferentes impactos sociales y económicos que orientaron la definición de políticas.

El discurso de “cooperación científica y tecnológica”, se constituyó desde una postura “centro-centro” y se reflejó aquí en los textos producidos por la OCDE. Los hilos discursivos que lo conformaron se generaron a partir de problemas y respuestas de los países centrales. En este discurso, la tecnología en general, y las TICs en particular, fueron definidas en función del objetivo de mantener posiciones de competitividad económica – en consecuencia de poder- en el sistema internacional. En este caso, el eje de

articulación del discurso fue la innovación como concepto que asociaba el cambio tecnológico con el ingreso de productos nuevos al mercado, generando beneficios económicos. Este discurso institucionalizó -tanto a través de la OCDE como en forma bilateral- procesos de cooperación en los cuales los estados constituyeron su relación en términos de identidades simétricas (“países desarrollados” o “países industrializados”) y con el objetivo de mejorar su posición competitiva a partir del desarrollo de estas tecnologías.

Por otro lado, en el discurso de “cooperación para el desarrollo”, construido desde una postura “centro-periferia”, las TICs fueron definidas a partir de su capacidad para difundir información y facilitar la comunicación, considerados elementos centrales del desarrollo de una sociedad. Su utilidad se definió a partir de un concepto de desarrollo como “ampliación de oportunidades” y quedó subordinada a éste como objetivo superior. De esta manera condujo a introducir la promoción del acceso y uso de estas tecnologías en las políticas y proyectos de las instituciones de la “Asistencia Internacional para el Desarrollo”, intentando corregir la “brecha” entre países. Así, se introdujo a las TICs dentro en un marco institucional previo que no tenía por objetivo promover el desarrollo de estas tecnologías, sino difundir y facilitar su utilización.

Claramente, cada discurso institucionalizó políticas y prácticas de cooperación diferentes. Si bien el discurso de “cooperación científica” estructuraba inicialmente una relación “centro-centro”, lo cierto es que fue válido para procesos de cooperación “centro-periferia”, como el caso que se estudia en esta tesis. Como consecuencia, este discurso tendió a crear identidades simétricas entre países con amplias asimetrías de recursos y políticas para el sector.

Mientras estos procesos de politización se constituyeron en un plano de interacciones interestatales, en el plano de las relaciones tecnológicas y productivas se construyó un marco tecnológico que contribuyó a consolidar la estructura de poder económico en el sector. De esta manera, las principales empresas transnacionales con capacidad de innovación y

establecimiento de estándares de facto, dispusieron de poder para estructurar la dinámica de investigación e innovación en el sector.

El marco tecnológico de objetos institucionalizó una modalidad particular de programación, en base a elementos independientes que podían integrarse y reutilizarse de distintas formas, considerada desde mediados de los '90 como "*mainstream*". Este proceso y la estandarización de Java como lenguaje más utilizado dentro de este marco, tendieron a incidir en la configuración de los proyectos de cooperación científica y tecnológica en el campo de las Tecnologías Informáticas.

Como resultado, los contenidos específicos de la cooperación científica y tecnológica estuvieron ligados a la consolidación del poder de estados y empresas con capacidad configurar la estructura del sector.

IV. SISTEMAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS Y TICs EN ARGENTINA Y ALEMANIA.

Este capítulo tiene el objetivo de describir y comparar una serie de elementos clave que entraron en contacto a partir en los procesos de cooperación estudiados: los sistemas científicos y tecnológicos de Argentina y Alemania, el sector software y servicios informáticos en cada país y las políticas nacionales desarrolladas para el sector en el período de la cooperación. A modo de introducción y a fin de dar cuenta de asimetrías más amplias, se realiza una muy breve comparación de ambas economías.

1. Principales características de las economías de Argentina y Alemania.

Las características económicas de Argentina y Alemania, particularmente en relación con su magnitud y estructura productiva, constituyen elementos contextuales para comprender las diferencias relativas al funcionamiento de sus sistemas científicos y tecnológicos.

En cuanto a la magnitud y la evolución de ambas economías, conviene considerar algunas estadísticas del período 1996-2001 que dan cuenta de las diferencias. (Cuadro 4)

**Cuadro 4: Evolución de los principales indicadores económicos en
Argentina y Alemania (1996-2001)**

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
PBI (Millones USD)						
Argentina	272.242	293.006	299.098	283.665	284.346	268.831
Alemania	2.458.277	2.383.351	2.110.965	2.144.484	2.103.391	1,891,312
PBI per cápita (USD)						
Argentina	7.730	8.214	8.280	7.775	7.778	7.212
Alemania	29.180	25.746	26.143	25.643	22.753	22.945

Crecimiento (%)						
Argentina	5,5	8,1	3,9	-3,4	-0,8	-4,41
Alemania	0,99	1,8	2,0	2,01	3,2	1,2

Fuente: Statistical Yearbook 2000 y Naciones Unidas (2004).

En términos de PBI y PBI per cápita la diferencia entre ambos países ha sido muy amplia, siendo el PBI de Alemania entre 7 y 9 veces mayor que el de Argentina. No obstante esta disparidad, el ritmo de crecimiento argentino a mediados de los '90 -que en 1996 había superado la caída del -2,8 del año anterior-, generaban gran optimismo e interés económico de los países desarrollados. Esta dinámica contrastaba con la situación alemana, cuyo ritmo de crecimiento fue inferior en términos porcentuales, particularmente entre 1996 y 1998. Luego de ese año Argentina entró en una severa recesión que desembocaría en una crisis hacia fines de 2001.

En cuanto a la estructura productiva, Argentina se ha caracterizado por la preponderancia del sector agrícola y las industrias basadas en el procesamiento de recursos naturales, aspecto que se consolidó durante la década del '90, sumado a una significativa expansión del sector servicios. Por su parte, la base productiva alemana se ha constituido fundamentalmente a partir de la industria pesada (automóviles, maquinarias y equipos) y de alta tecnología (particularmente en los sectores químico y energético).

Esta diferencia ha determinado la composición del intercambio comercial entre ambos países: las exportaciones Argentinas hacia Alemania han incluido tradicionalmente productos primarios y agrícolas en un 80% aproximadamente, mientras Argentina importa desde Alemania productos industriales, particularmente, maquinarias (20%), vehículos y autopartes (16%) y productos farmacéuticos y químicos (18%) (Embajada de Alemania, 2004). En particular, las importaciones de equipos alemanes para las centrales eléctricas tuvieron un papel central entre 1995 y 1996,

creciendo desde un volumen de U\$S 14 millones en 1994 a U\$S 53,6 millones en 1995 y U\$S 96,8 millones en 1996 (Bfai, 1997)²⁹.

Para comprender más adelante el proceso de cooperación, es importante considerar brevemente los dos grandes ciclos que marcaron la evolución de la economía argentina y determinaron las características de su sistema tecno-productivo. El primer ciclo abarcó desde 1930 hasta 1976 aproximadamente y el segundo desde 1976 hasta el año 2002, donde comenzó a efectuarse una nueva transición que está aún en curso.

El primer ciclo se caracterizó por un régimen social de acumulación orientado hacia la creación de una base industrial, destinada al mercado interno, altamente protegido y con una fuerte intervención del estado. Este régimen, vigente hasta fines de los ´60, permitió iniciar la venta de tecnología y de servicios de ingeniería de origen local al exterior, dando impulso al desarrollo de ramas industriales de mayor complejidad, como la electrónica, la farmoquímica y la de máquinas herramientas.

A partir del cambio de régimen político que se produjo en Argentina con el golpe militar de 1976, comenzaron a imponerse lineamientos neoliberales en el plano económico que caracterizaron el segundo ciclo. En este período, el nuevo régimen social de acumulación estuvo apoyado por los sectores dominantes de las finanzas y el agro. Como consecuencia de este cambio “[S]e interrumpieron los procesos de maduración industrial y tecnológica que se desarrollaron en las décadas anteriores, en sectores clave para el progreso técnico y la articulación productiva como la metalmecánica, la electrónica y –en general- la industria de bienes de capital.” (Notcheff, 1991:342)

Dentro del segundo ciclo, es importante considerar con mayor detalle el proceso de intensificación de las políticas neoliberales aplicadas en la década del ´90 y sus consecuencias para el sistema tecno-productivo. Las características de lo ocurrido en esta última década permiten comprender las reformas aplicadas en el sistema científico y tecnológico y los lineamientos

²⁹ En relación con este sector, un componente importante de la relación económica bilateral está constituido por las inversiones alemanas en Argentina, en las cuales la empresa Siemens ha tenido tradicionalmente un rol significativo desde la construcción de Atucha I.

de la política exterior, en el marco de los cuales se llevaron adelante los proyectos de cooperación con Alemania.

A partir de 1990, la Argentina inició un proceso de reformas estructurales, siguiendo con las recomendaciones del Consenso de Washington y profundizando las características del régimen de acumulación iniciado en 1976. En este marco, el Plan de Convertibilidad produjo un período de expansión entre 1992 y 1996, caracterizado por la estabilización de precios y la reactivación de la economía. Esta etapa fue seguida por una fuerte recesión, en la que el PBI disminuyó un 8,4% entre 1998 y 2001, la inversión bruta cayó en un ritmo de 12% anual y la desocupación aumentó del 13,2% al 18,3% (INDEC *et al.*, 2003)

La implementación de estas reformas en América Latina terminó consolidando una estructura de mercado, caracterizada por una mayor presencia de importadores, la desaparición de pequeñas y medianas empresas y la modernización de unas pocas empresas intensivas en capital (Katz 2000). En Argentina, las grandes empresas y las empresas de origen extranjero resistieron mejor que las pequeñas y medianas este contexto de recesión. De este modo, el país también siguió el patrón latinoamericano de concentración empresarial dentro de cada sector industrial: mientras en la década del '70 las empresas pequeñas y medianas, así como empresas estatales balanceaban la presencia de subsidiarias de empresas transnacionales, se advirtió desde los '90 un rol claramente hegemónico de estas últimas –especialmente debido a los procesos de privatización- y una creciente transnacionalización de la propiedad industrial (Katz, 2001).

De acuerdo con estudios de la CEPAL, como resultado de la apertura y de las nuevas estrategias de organización de las empresas transnacionales y también de los grandes conglomerados de capital local, aumentó considerablemente el número de insumos intermedios importados empleados en sus fábricas. Esto ha derivado, entre otras cosas, en la destrucción de cadenas productivas, en las que las pequeñas y medianas empresas cumplían un rol de proveedores de insumos intermedios y servicios de producción. Se produjo entonces la desaparición física de muchas empresas, debido al aumento de la competitividad generado por la

apertura externa y al ingreso de empresas trasnacionales mediante fusiones y adquisiciones, en un contexto de mercado altamente imperfecto y de asimetrías en el acceso a la información.

2. Sistemas de ciencia y tecnología en Argentina y Alemania.

Para comprender el contexto institucional más amplio donde se inserta la investigación en el campo de las tecnologías informáticas, se describen a continuación las principales características de los sistemas científico-tecnológicos de cada país, a partir de cuatro ejes: una comparación de datos estadísticos de ambos países, las características de su estructura institucional, su relación con el con el sector productivo y las reformas implementadas en la década del '90.

2.1.Comparación de datos estadísticos.

El objetivo de comenzar presentando algunos datos estadísticos comparativos es dar cuenta de diferencias de magnitud en cuanto a recursos humanos y financieros destinados por cada país a la IyD, así como respecto a la participación pública y privada en los gastos de IyD.

En términos de recursos humanos destinados a actividades de investigación y desarrollo, puede apreciarse que la diferencia entre ambos países resultaba muy amplia: en todo el período el personal argentino representaba alrededor del 8% del personal alemán (cuadro 5). Las razones de esta brecha, se encuentran, por un lado, en la amplitud y diversidad de instituciones públicas de investigación con las que contaba Alemania, y por otro, en la alta proporción de personal científico y técnico que empleaba el sector privado. Esto último contrastaba con el caso argentino, caracterizado por una muy baja proporción de este tipo de personal en el sector privado. Asimismo, las cifras de Alemania incluyen 18.179 científicos y técnicos de la ex – RDA absorbidos por el sistema en 1991, lo cual equivalía aproximadamente a la mitad del personal existente en Argentina.

En ambos países se mantuvo una tendencia creciente del 5% entre 1997 y 2000, que refleja un mismo ritmo en el aumento de personal. Esta tendencia se revirtió levemente en 2001 en el caso argentino, mientras continuó creciendo en Alemania.

Cuadro 5: Personal dedicado a actividades de Investigación y Desarrollo en Argentina y Alemania (1997-2001)

	1997	1998	1999	2000	2001
Argentina	35.974	36.852	36.939	37.515	37.440
Alemania	460.411	461.539	480.415	484.526	487.378

Fuente: Statistical Yearbook 2001, Naciones Unidas (2004)

De acuerdo con el criterio adoptado por Naciones Unidas, las estadísticas incluyen tres categorías dentro del personal dedicado a actividades de investigación y desarrollo: investigadores, técnicos y personal de apoyo. En términos relativos, Argentina contaba en estos años con un porcentaje investigadores mayor (entre 68% y 69%) que Alemania (entre 51% y 53%) siendo el número de técnicos 16% y 24% respectivamente. Además, mientras un 83% de los investigadores argentinos se desempeñaba en el sector público, en Alemania lo hacía el 41%. El 59% restante trabajaba en el sector privado. Estos datos constituyen un primer indicador del predominio de la formación académica y la investigación básica en Argentina financiada por el sector público, en contraste con el peso relativo de las universidades de ciencia aplicada (*Fachhochschule*) y la investigación y desarrollo que tenía lugar en las empresas alemanas.

Los datos relativos a la cantidad de recursos humanos existentes en cada país, debe completarse con la apreciación de algunos datos cualitativos que inciden en el desempeño –o en lo que se denominaría “productividad científica”- de los investigadores en uno y otro país. En este sentido, existían condiciones más favorables en Alemania en cuanto a los salarios, el equipamiento y los insumos disponibles para la investigación, el acceso a

documentación, la posibilidad de intercambio a través de becas y la actualización permanente mediante la asistencia a conferencias internacionales.

En cuanto los gastos en ciencia y tecnología, Alemania invertía anualmente 37.000 millones de dólares (2,48% de su PBI), mientras Argentina invertía aproximadamente 1.300 millones de dólares (0,46% del PBI) (GACTEC, 1997).

Asimismo, se podía observar una clara diferencia en la composición estatal y privada del financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo entre ambos países, como reflejan los cuadros 6 y 7. En Alemania los gastos de IyD en las empresas superaban ampliamente los gastos del sector público, mientras en Argentina la situación era inversa.

**Cuadro 6: Porcentaje de gastos de I+D por sector de ejecución
en Alemania 1998-2001**

	1998	1999	2000	2001
Gobierno	35,2%	32,6%	31,8%	32,2%
Instituciones sin fines de lucro (1)	0,3%	0,4%	0,4%	0,4%
Empresas	64,4%	67,0%	67,8%	67,4%
Total	100	100,0	100,0	100

Fuente: Bundesbericht Forschung 2004

(1) Incluye fondos propios de las instituciones de investigación sin fines de lucro

**Cuadro 7: Porcentaje de gastos de I+D por sector de ejecución
en Argentina 1998-2001**

	1998	1999	2000	2001
Gobierno (1)	68,0%	69,4%	71,8%	74,9%
Empresas	30,2%	28,3%	25,9%	22,8%
Otros (2)	1,8%	2,3%	2,4%	2,3%
Total	100 %	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia en base a datos de la SECyT

(www.secyt.gov.ar)

(1) Incluye gastos de instituciones de gobierno y educación superior

(2) Incluye Fundaciones y Universidades privadas.

En este caso, las tendencias en ambos países también son divergentes. Mientras en Alemania los porcentajes entre sector público y privado se mantuvieron relativamente estables –especialmente a partir de 1999-, en Argentina se produjo un incremento del porcentaje del gasto público (del 68% al 74,9%), paralelo a la disminución de la inversión privada en IyD (del 30,2% al 22,8%). Este hecho correspondió a la fase recesiva de la economía argentina durante la segunda mitad de la década del '90.

En este período, un 65% de la inversión en actividades de innovación en Argentina fue realizada por grandes empresas, mientras las medianas realizaron un 23% y las pequeñas un 12%. En todos los casos, más del 60% del gasto correspondió a la adquisición de bienes de capital importados (tecnología incorporada). El segundo lugar, aunque muy lejos, correspondió a las I+D interna (8% en las grandes empresas, 9% en las medianas y 11% en las pequeñas) (INDEC *et al.*, 2003: 101).

En comparación, las grandes empresas alemanas realizaron anualmente el 80% de los gastos en IyD que se mantuvo constante en ese período. Se

agrega a esto la particularidad de un creciente proceso de internacionalización de las actividades de innovación de estas empresas. Del total de gastos realizados por las empresas alemanas en 1997 un 16% se realizó en el exterior. Por su parte, si bien la participación de pequeñas y medianas empresas resultaba inferior, mantuvieron una tendencia creciente en cuanto a los gastos realizados. Otro dato significativo, es que en Alemania se crearon en este período varias pequeñas empresas de base tecnológica, impulsadas por políticas estatales.

2.2. El sistema científico y tecnológico argentino.

2.2.1. Estructura institucional.

En el caso argentino, la estructura institucional del complejo científico y tecnológico se ha caracterizado tradicionalmente por un alto grado de fragmentación y dispersión de las actividades de investigación, tanto entre las instituciones del sistema, como entre éstas y el sector productivo. A pesar de diversos intentos de reforma institucional, no se ha logrado contar con una instancia de promoción y coordinación que los integre. Como consecuencia, el conjunto de instituciones científicas y tecnológicas constituye hasta la actualidad una red desarticulada sin una instancia de coordinación efectiva.

El primer marco institucional de las actividades de investigación estuvo constituido por las universidades creadas a mediados de 1800. Estas mantuvieron su centralidad como espacios de generación de conocimiento, a pesar de que a partir de 1930 contaron con menor proporción de financiamiento estatal, debido a que éste se desplazó hacia instituciones no-universitarias (Oteiza, 1992).

El complejo de organismos científicos y tecnológicos estatales que se conformó en la década de 1950, respondió a un conjunto de ideas predominantes en América Latina, sobre su camino de desarrollo. Estas ideas, opuestas al modelo evolutivo de Rostow, y sostenidas en los trabajos de la CEPAL sobre el deterioro de los términos de intercambio, proponían un proceso de sustitución de importaciones como alternativa al modelo

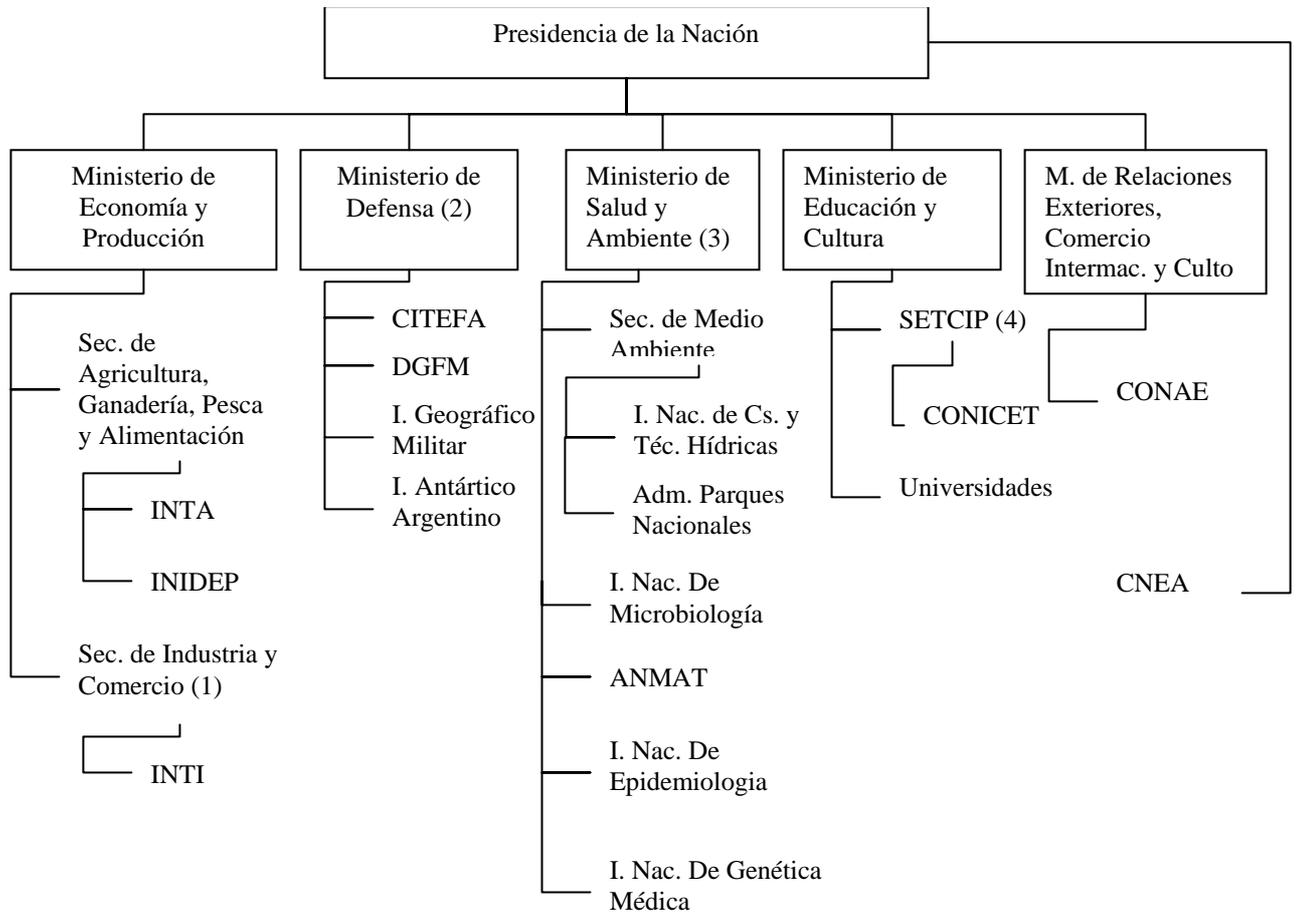
agroexportador vigente hasta entonces. Este modelo constituyó la base del régimen social de acumulación que se sostuvo en Argentina hasta mediados de los '70. En este período el Estado jugó un rol central como promotor del desarrollo y, en ese sentido, de la planificación de las actividades científicas y tecnológicas. Por este motivo no resulta extraño que se haya conformado un conjunto de instituciones directamente dependientes de distintos ministerios.

La principal característica del proceso de conformación de este complejo institucional, fue que estuvo determinado por la adopción del “modelo lineal” establecido en los países centrales tras la Segunda Guerra Mundial (Oteiza, 1992). Este modelo -producido en un contexto donde el rol de la tecnología en la guerra había resultado decisivo y ello demandaba una creciente intervención del estado en las actividades de investigación- sostenía que la producción de resultados científicos constituía una condición suficiente para el desarrollo económico y social de los países. Esto se vio además corroborado por la experiencia de reconstrucción en Europa y Japón y la consecuente evolución positiva de la correlación entre indicadores económicos y científicos en estos países. Lo particular es el sustento ideológico de este proceso, pues esta imitación de los países desarrollados se sostenía como una respuesta “soberana” y “autónoma” a las propuestas “colonialistas” que propiciaban la estrategia de “transferencia de tecnología”, ya generada en otros países, como vía más adecuada para los países en desarrollo o “*late-comers*” (Dagnino y Thomas, 1999)

En este contexto de ideas, se crearon en Argentina entre 1950 y 1958 los principales organismos no universitarios que integran el sistema hasta la actualidad y que representan aproximadamente un 65% del total del presupuesto nacional destinado a Ciencia y Tecnología: la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET).

Si bien estos organismos son autárquicos en la administración de sus planes y recursos, mantienen una dependencia formal con organismos del Poder

Gráfico 4: Principales instituciones del complejo de ciencia y tecnología argentino.

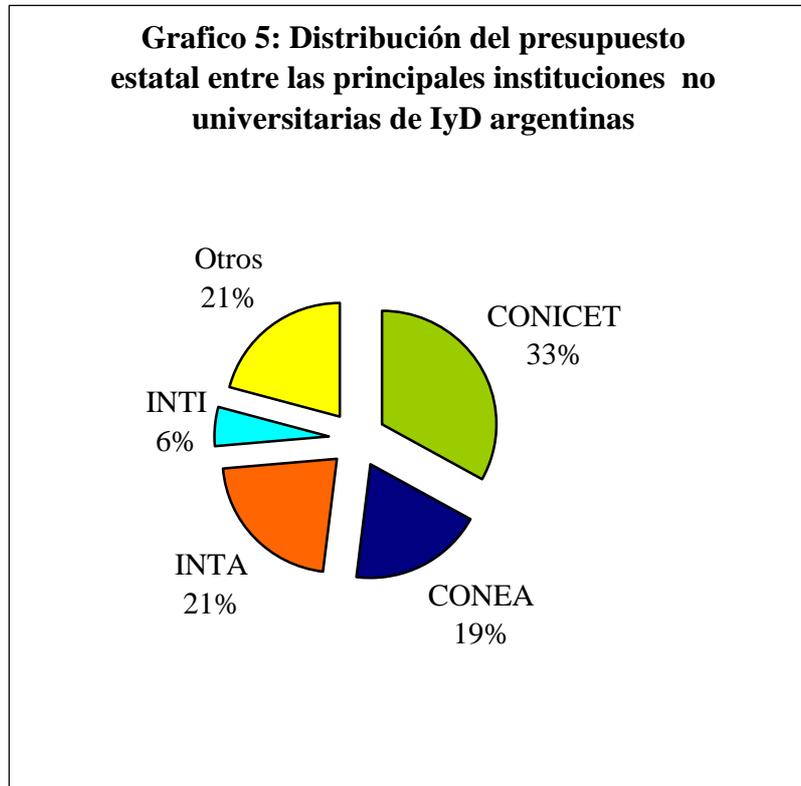


- (1) Otras instituciones vinculadas: Instituto Nacional de Vitivinicultura y el Inst. Nacional de Prevención Sísmica.
 (2) Otras instituciones vinculadas: Servicio de Hidrografía Naval y Servicio Naval de IyD.
 (3) Otras instituciones vinculadas: Inst. Nacional de Investigación del Chagas y Centro Nacional de Parasitología.
 (4) Otras instituciones vinculadas: Museo de Ciencias Naturales, Inst. de Hielos Continentales Patagónicos, Instituto Tecnológico de Chascomús Fundación Miguel Lilo y otros programas específicos.

Ejecutivo Nacional, quienes designan a sus autoridades (gráfico 4).

Según datos de 1997, en la distribución del presupuesto público entre las principales instituciones no universitarias del complejo científico y tecnológico (gráfico 5), se destacaba la posición del CONICET, que concentraba el 33% de los recursos. De los mismos, un 74% se destinaba a gastos de personal dedicado a la investigación básica. De las instituciones tecnológicas en contacto más directo con el sector productivo, resultaba evidente el peso de la tecnología agropecuaria (INTA) con relación a la industrial (INTI). También en el caso del INTA, cabe destacar que el 80%

del presupuesto se destinaba a gastos de personal, mientras en el caso del INTI este rubro representaba el 56,8% ³⁰ (GACTEC 1997).



Fuente: elaboración propia a partir de datos de Plan Plurianual 1998-2000.

Sumado a este complejo de instituciones –la mayoría de nivel nacional-, existen hasta hoy organismos vinculados a actividades científicas y tecnológicas que operan en el nivel provincial (tanto organismos de los poderes ejecutivos de las provincias, como autónomos) y fundaciones y asociaciones civiles sin fines de lucro (EMPRETEC, UBATEC, etc.). La actividad de estas estructuras provinciales también ha estado desvinculada del conjunto de instituciones nacionales, a pesar de que en 1997 se creó el Consejo Federal de Ciencia y Tecnología, con la misión de “...concertar y coordinar las acciones de la Nación, las Provincias y el gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, tendientes al desarrollo nacional de la ciencia y la

³⁰ Tanto en el caso del INTA como del INTI, los gastos de personal financiados por el estado comprenden no sólo los investigadores, sino también el personal administrativo y de apoyo.

tecnología” (Poder Ejecutivo, 1997). El rol asignado a las provincias en este Consejo es consultivo más que ejecutivo.

Por su parte, las universidades estatales funcionaron como centros autónomos de ciencia y tecnología y tendieron a actuar independientemente del resto de las instituciones de nivel nacional, salvo ocasionalmente cuando se definieron colaboraciones específicas a partir de convenios. Tanto la determinación de sus líneas de actividad, como la asignación de recursos son independientes de las autoridades gubernamentales.

Los intentos de coordinación del sistema comenzaron en 1969 (aproximadamente diez años después de creadas las principales instituciones del complejo) con la creación de la Secretaría de Ciencia y Técnica, desprendida del CONICET y dependiente de la Presidencia de la Nación. Luego de varios cambios de denominación y jerarquía (de Secretaría a Subsecretaría y viceversa) varió su dependencia durante las décadas del '80 y '90 entre el Ministerio de Educación y Cultura y Presidencia de la Nación, según la prioridad retórica que los gobiernos pretendieron mostrar hacia al tema de ciencia y tecnología. No obstante estos cambios y la reforma de 1996 –cuyos detalles se verán más adelante- la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT), no logró funcionar como organismo de articulación y coordinación del sistema. Esto tiene dos causas fundamentales: por un lado, la autonomía de la que disponen los organismos estatales de ciencia y tecnología y las universidades para fijar sus planes y objetivos y, por otro, la incapacidad de la SECyT de intervenir en la asignación y utilización de los presupuestos de las mismas, o de definir y contar con una magnitud de recursos importante para orientar acciones en programas prioritarios e interinstitucionales.

Las características propias de esta estructura institucional, vinculadas con su origen y con los cambios económicos y políticos, ha promovido más bien la definición de los límites de acción de cada organismo, en lugar de la cooperación en áreas comunes o complementarias. Es decir que la definición sectorial de las misiones específicas de cada organismo, su creación y permanencia dentro del régimen político y su consecuente

reconocimiento como espacio de poder dentro de la estructura estatal han retroalimentado la alta fragmentación del sistema.

2.2.2. Relación con el sistema productivo.

La desarticulación del sistema y la preservación de espacios de poder han jugado también -salvo algunas excepciones- en favor de la desvinculación de estos organismos con el sistema productivo, o en términos de Nun (1995), en su inserción dentro del régimen social de acumulación vigente en distintos períodos históricos³¹.

En este sentido, los orígenes de esta desvinculación deben comprenderse en el marco de un proceso histórico que difiere de lo ocurrido en los países centrales. En Argentina, la creación del complejo institucional de ciencia y tecnología no fue simultánea a un proceso de industrialización como el que ocurrió en Europa Occidental. Su creación fue impulsada por el Estado tomando modelos institucionales de esta región, pero en el marco de un proceso económico diferente caracterizado por la sustitución de importaciones. Si bien este proceso tuvo efectos positivos en las actividades de innovación local, no logró impulsar un comportamiento shumpeteriano en las empresas.

La situación se agravó cuando se produjo el cambio del régimen político de 1976. Hasta esa fecha, y desde 1930 había funcionado un régimen de acumulación mercadointernista, altamente protegido y dinamizado por el sector público, en el que las industrias crecieron con orientación hacia el estado y una fuerte dependencia de las políticas públicas, especialmente de

³¹ Nun (1995) destaca que el caso relativamente exitoso del INTA -que contrasta con la experiencia del INTI-, se debe, en parte, a que si bien surgió en el ámbito del régimen político, logró insertarse exitosamente en el régimen social de acumulación. De acuerdo con su análisis, esto fue posible por tres factores: el INTA no buscó redefinir el modelo económico tradicionalmente vigente, ejerciendo funciones de inspección y control; contó con una red de centros regionales, estaciones experimentales y agencias de extensión que le permitió un acercamiento directo a los productores y sus problemas; y porque la “revolución agrícola” del campo argentino facilitó la continuidad en cuanto a la política de créditos, desgravaciones impositivas y subsidios a la incorporación de capital.

las barreras arancelarias. En este contexto se había iniciado un proceso de venta de tecnología y de servicios de ingeniería de origen local al exterior, a la vez que cobraba impulso el desarrollo de ramas industriales de mayor complejidad (electrónica, farmoquímica y máquinas herramientas) (Nun 1995).

A partir del cambio en el régimen político en 1976, se impuso en lo económico una línea neoliberal y “[s]e interrumpieron los procesos de maduración industrial y tecnológica que se desarrollaron en las décadas anteriores, en sectores clave para el progreso técnico y la articulación productiva como la metalmecánica, la electrónica y –en general- la industria de bienes de capital” (Notcheff, 1991:342). Sin embargo, bajo este nuevo régimen no cambió la estructura institucional del sistema, sino que se desalentaron en general las actividades de innovación tecnológica. En general, la dictadura bloqueó el papel creativo que podrían haber tenido las instituciones científicas y tecnológicas, mediante el control ideológico y político que limitaron la autonomía de la investigación y promovieron el éxodo de muchos científicos³².

El retorno de la democracia en 1983 tampoco logró modificar las características tradicionales del sistema a pesar de algunos intentos institucionales, como en las áreas de la electrónica y la informática a las cuales se intentó dar cierta prioridad. Sin embargo, al no modificarse el régimen social de acumulación, tampoco cambió la vinculación de las instituciones científicas y tecnológicas con el sector productivo. Por el contrario, esto se agravó cuando el modelo se profundizó durante la década del '90 y se intensificó el proceso de des-industrialización del país.

A diferencia de lo ocurrido hacia fines de los '70, la profundización del modelo generó una reforma significativa en la estructura del sistema, particularmente en cuanto a la asignación de recursos en el marco de una política de ajuste estructural y reducción del Estado.

³² Las consecuencias de la dictadura fueron sin embargo diferentes en sectores tecnológicos que fueron considerados estratégicos como la energía nuclear.

2.2.3. La reforma de 1996.

El argumento central para la reforma del sistema a mediados de los '90 era el reconocimiento de que la ciencia y la tecnología argentinas se habían desarrollado en función de los intereses de la investigación académica y completamente desvinculadas del sector productivo. Se destacaba entonces que ante el proceso de apertura económica iniciado, la innovación en las empresas era su única manera de competir en el mercado internacional. Lo paradójico era que justamente esta apertura y la paridad cambiaria no resultaban en realidad incentivos para la innovación, ya que las tecnologías podían adquirirse a bajo precio en el exterior y la industria en realidad estaba desapareciendo.

En concordancia con los desarrollos teóricos predominantes en ese momento acerca de la necesidad de nuevos enfoques para la política científica y tecnológica en los '90, se argumentaba, al presentar el primer plan plurianual, que Argentina debía modificar su “modelo lineal de innovación”. Esto significaba cambiar el modo de entender la relación entre ciencia, tecnología y producción y especialmente el modo de asignar fondos públicos.

Se adoptaron entonces conceptos que circulaban en el mundo académico de los países centrales, especialmente el de Sistema Nacional de Innovación, el cual constituyó la base conceptual de la política explícita implementada. En este sentido se argumentaba, que “la nueva política se inscribe en el enfoque evolutivo de los sistemas nacionales de innovación (SNI), que posibilita abordar la compleja problemática del conocimiento y la innovación desde una perspectiva integral (...) Dicho enfoque es superior de la visión lineal que, promovida inconscientemente por la comunidad científica, supone el logro de aplicaciones científicas y tecnológicas en el tejido económico y social, a partir del apoyo económico estatal a los científicos (una suerte de efecto derrame)” (Del Bello 2000: 344). Esto implicaba considerar a las empresas como actores importantes en el proceso de innovación y asignar al estado un rol de articulador “...mediante la planificación participativa y la creación de mecanismos institucionales que incluyan diversas áreas de gobierno” (Del Bello 2000: 344).

La reforma de 1996 implicó la creación de lo que se ha denominado una “segunda generación de instituciones” del complejo científico y tecnológico. Se trató en este caso de instituciones “facilitadoras” del aprendizaje y la aplicación del conocimiento (Anlló y Peirano 2005), como las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT) y la Agencia Nacional de Ciencia y Tecnología (Agencia). A través de ésta última se estableció además un sistema abierto y competitivo para el financiamiento de proyectos de investigación, a partir de dos fondos: el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), para proyectos de innovación y modernización tecnológica apropiables (subsidios y créditos para empresas) y el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), orientado a promover la investigación básica de dominio público (con lo cual se modificó el sistema de financiamiento salarial de los investigadores).

Con la creación de la Agencia se pretendía reducir el conflicto de intereses y generar un sistema de competencia abierto para proyectos de excelencia en áreas definidas como prioritarias. El objetivo era separar las acciones de promoción y ejecución de IyD que el CONICET había fusionado desde su creación. De esta manera el sistema se deslizó desde un modelo institucional rígido hacia un modelo más flexible y con mayor énfasis en la capacidad de evaluación.

También se buscó crear una nueva instancia de coordinación: el Gabinete Científico-Tecnológico (GACTEC) establecido en el ámbito de la Jefatura de Gabinete de Ministros, integrado por una serie de Ministerios y Secretarías³³ y coordinado por la SECyT. El GACTEC tenía la misión de “...definir las prioridades nacionales para el sector y la distribución de recursos asignados a los distintos organismos del sector en el orden nacional” (GACTEC 1997: 24). A partir de esta reforma se le asignó a la SECyT –en tanto órgano político y soporte del GACTEC- la elaboración de planes y programas nacionales y la tarea de preparar la metodología necesaria para la evaluación institucional del sector. De este modo, se

³³ Ministros de Cultura y Educación, Economía y Obras y Servicios Públicos, Salud y Acción Social, Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto y Defensa; Secretarías de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable; de Control Estratégico de la Jefatura de Gabinete y de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Cultura y Educación.

intentaba dotar al sistema de un mecanismo de coordinación participativo, aunque sin incentivos reales en términos de programas y recursos.

Resumiendo entonces, el eje conceptual de la reforma estaba inspirado en la superación del modelo lineal de innovación y la orientación hacia un Sistema Nacional de Innovación, pretendiendo crearlo a partir de disposiciones del estado. El énfasis en el modelo de SNI reflejaba además la intención de dirigir la producción de conocimientos hacia el sector productivo. En este sentido, el Plan Plurianual 1998-2000 destacaba que tanto la investigación como la formación de recursos humanos producidos por las instituciones científicas, tecnológicas y educativas “...es fundamentalmente en el ámbito de la producción donde se seleccionan y utilizan y se genera un flujo de conocimientos imprescindibles para una producción competitiva” (GACTEC 1997: 13). A su vez, estos lineamientos de política de ciencia y tecnología debían contribuir a un objetivo aún más ambicioso que se vinculaba con la política exterior del país: “...posicionar mejor a la Argentina en un contexto internacional crecientemente competitivo y globalizado” (GACTEC 1997: 13).

Este esfuerzo de crear un SNI desde el estado –una vez más, dentro del régimen político- entraba sin embargo en contradicción con la persistencia de un régimen social de acumulación que consolidaba una estructura productiva con escasa demanda tecnológica y débiles esfuerzos de innovación (esencialmente adaptativos) por parte de las empresas. También contrastaba con la cultura de una comunidad científica reticente a aceptar la aplicación económica del conocimiento como el fin prioritario de su actividad.

En consecuencia, si bien las reformas de 1996 incidieron significativamente en el funcionamiento interno del complejo científico-tecnológico, no lograron modificar sus características tradicionales que, por el contrario, se agravaron: un alto grado de fragmentación, escasa participación del sector privado en las actividades de IyD, predominio de la investigación básica y una dinámica de innovación de *downgrade*.

2.3.El sistema científico y tecnológico alemán.

2.3.1. Estructura institucional.

La estructura del sistema alemán difiere significativamente del argentino en varios aspectos: la gran cantidad y diversidad de instituciones de investigación que lo integran y su estructura fuertemente federal (que en gran medida hace posible lo primero). Se trata de un sistema altamente descentralizado, con instituciones que funcionan muy vinculadas con sus espacios locales, pero que la vez cuentan con mecanismos de coordinación a nivel nacional.

Según un trabajo de Reger y Kuhlmann (1995), la constitución del sistema comenzó luego de la Segunda Guerra Mundial y desde 1950 fue extendiendo el alcance de sus actividades, en forma de un sistema de “escudos” que se fueron agregando. En 1950 comprendía la investigación universitaria básica, financiada por los *Länder* y las áreas especiales de investigación desarrolladas por instituciones federales. Esta primera capa se caracterizó por grandes programas tecnológicos, principalmente en campos como tecnología nuclear y aeroespacial, procesamiento de datos y microelectrónica. A partir de 1970 se desarrolló una segunda base para apoyar necesidades de exportación de productos intensivos en tecnología. El financiamiento público de proyectos se orientó entonces a la industria e instituciones de investigación aplicada para promover tecnologías trans-sectoriales (p.e., materiales), tecnologías clave (microelectrónica) y sistemas tecnológicos (transporte). También en esta década, el gobierno social demócrata agregó una base orientada a investigaciones en áreas de medio ambiente, salud pública y mercado de trabajo, cuyos objetivos se relacionaban con la política social que pretendía implementar. A fines de los '70 se agregó una cuarta base conceptual que tenía el objetivo de promover la difusión de tecnologías innovadoras, particularmente entre pymes y en regiones menos desarrolladas. Esto implicó el apoyo estatal a actividades de IyD, particularmente a infraestructuras de transferencia de tecnología desde el sistema científico a la industria.

Las instituciones que conformaron el sistema hasta hoy pueden dividirse claramente en dos tipos según su función: ejecutoras y promotoras de Investigación y Desarrollo. El primer grupo incluye:

- Las *Hochschule* que comprenden a todas las instituciones educativas de nivel terciario (universidades y universidades de ciencia aplicada o "*Fachhochschule*"). Estas realizan un 19% de la inversión bruta en IyD, principalmente en ciencias naturales y medicina.
- Organizaciones estatales: instituciones del gobierno con tareas específicas de investigación, para colaborar con las tareas de los ministerios (salud, agricultura, armamentos, medio ambiente, etc).
- Organizaciones autónomas sin fines de lucro: incluyen principalmente los centros Helmholtz (GFE), los Institutos de la Sociedad Max-Planck (MPG) la Sociedad Fraunhofer (FhG), las instituciones de la Lista Azul (*Blaue Liste*)³⁴ y las academias científicas.

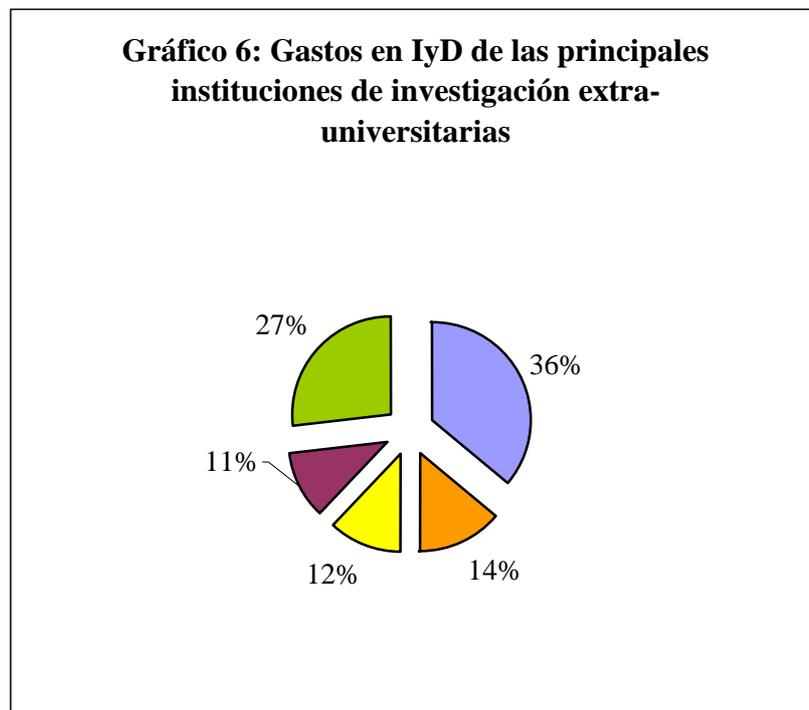
Estas últimas organizaciones son independientes del gobierno en cuanto a sus planes, administración y designación de autoridades, pero reciben financiamiento tanto del gobierno federal como de los *Länder*. En general cuentan con dos órganos de decisión colegiados, una Asamblea General, que se reúne una vez al año y un "Senado", que cumple funciones de asesoramiento y supervisión. Los miembros del Senado pertenecen a distintos sectores de la ciencia, la sociedad, la economía, y, en algunos casos, distintos niveles de gobierno³⁵. Esta estructura se completa con

³⁴ Estas instituciones incluyen principalmente a los centros de la Sociedad *Gottfried Wilhelm Leibniz* a los cuales se sumaron algunas dependencias de las Academias Científicas de la ex RDA. El nombre Lista Azul proviene del color de la hoja del acta en la cual se detallaron en la década del '70.

³⁵ En el caso de la Sociedad Max Planck el Senado es el máximo órgano de decisión y sus miembros son elegidos por una Asamblea General, compuesta por aproximadamente de 900 miembros, ya sea patrocinadores, honorarios o ex - oficio. Los miembros del Senado deben contar con una experiencia que les permita tomar decisiones sobre políticas de investigación. La estructura de los institutos de la Sociedad Leibniz (Lista Azul) es muy similar, pero el senado incluye también representantes del gobierno. En el caso de Helmholtz, la selección de miembros del Senado ha sido predeterminada en su constitución: el ministro federal de investigación, dos ministros de investigación elegidos por los *Länder*, seis científicos que cubran los campos de actividad de Helmholtz, seis figuras de la industria y empresas, dos miembros elegidos por las máximas autoridades de otras

órganos ejecutivos, dirigidos por un Presidente, designado por los órganos colegiados.

El gráfico 6 muestra el porcentaje de gastos de IyD que realizaron las principales instituciones de este grupo respecto al total de gastos públicos entre 1996 y 2000. Entre ellos se destacaba el peso relativo de los Centros de Helmholtz, que conformaban el 36% de los gastos en IyD, principalmente física, matemática y ciencias médicas.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de BMBF 1996 y BMBF 2000

Entre las instituciones de promoción, se destacaban el Ministerio de Educación e Investigación (BMBF), la Comunidad de Investigación Alemana (Deutsche Forschungsgemeinschaft-DFG) y la Fundación Alexander von Humboldt (AvH)³⁶

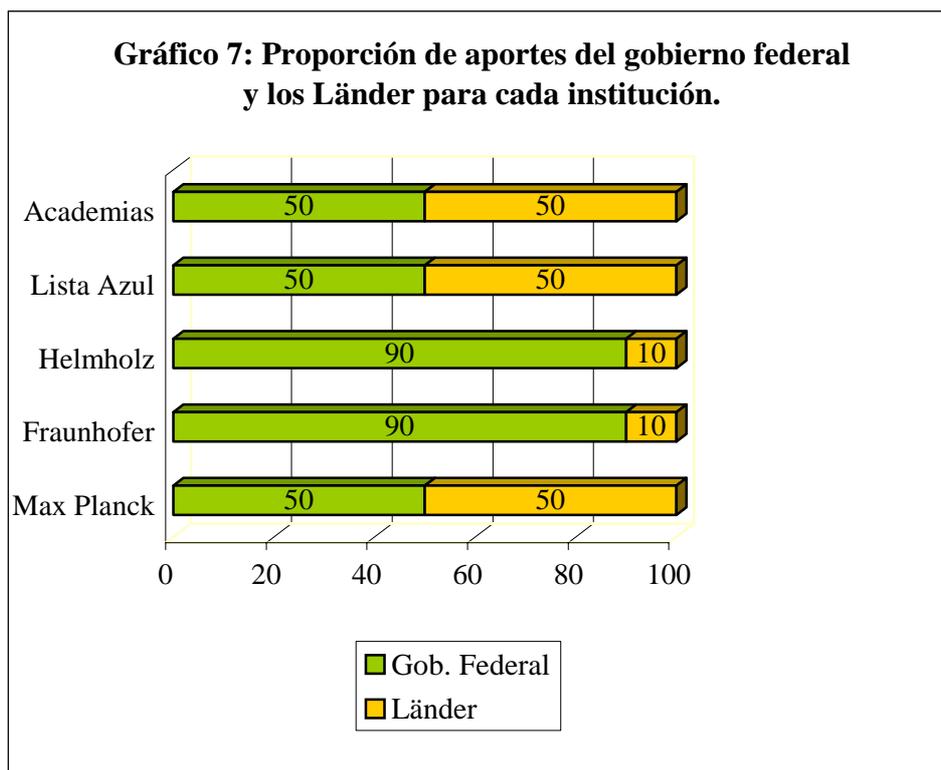
organizaciones del sistema (FhG, Max Planck, Deutsche Forschungsgemeinschaft, etc) y dos miembros del Parlamento.

³⁶ Otros organismos de promoción son el Servicio de Intercambio académico (DAAD), la *Stifverband für die deutsche Wissenschaft*, la Fundación Volkswagen, la Fundación

El Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) ha sido el principal soporte económico de las actividades de IyD, característica que le otorga de hecho la posibilidad de intervenir en la coordinación del sistema de ciencia y tecnología. Este Ministerio fue construido sobre la base de una serie de organizaciones que se fueron creando desde mediados de los '50. La primera, en 1955, fue el Ministerio Federal para Temas Atómicos, dado el interés político de trabajar sobre los usos pacíficos de la energía atómica en el período de la posguerra. Este ministerio financiaba las denominadas “instituciones para grandes investigaciones” de la República Federal de Alemania, dedicadas al trabajo en áreas que implicaban alto riesgo y una elevada inversión, como los casos de la tecnología espacial y nuclear. En 1962 el ministerio asumió tareas más amplias de promoción de la ciencia en general y de la investigación espacial, tomando el nombre de “Ministerio Federal de Investigación Científica”. En 1969, luego de un cambio en la Constitución, el ministerio asumió responsabilidades sobre la planificación de la educación y la promoción de la investigación, tomando el nombre de “Ministerio Federal para la Educación y la Ciencia” (BMBW). En 1972 se creó un ministerio especial para promover la investigación básica y aplicada, el “Ministerio Federal para la Ciencia y la Tecnología” (BMFT). Estos últimos dos ministerios se fusionaron en 1994, dando origen al actual BMBF, que comprende funciones de planificación y regulación de la educación y promoción de las áreas científicas y tecnológicas. En la práctica, el cumplimiento de sus funciones ha resultado restringido por la esencia federal del sistema: la planificación educativa, la ampliación o reestructuración universitaria y la promoción de las organizaciones de investigación debe realizarlas en forma conjunta con los ministerios correspondientes en los *Länder*³⁷. Éstos participan también en el financiamiento de las instituciones de investigación (gráfico 7).

Alemana para el ambiente, la Fundación CAESAR y la Comunidad de trabajadores de las uniones de investigación industrial (AiF).

³⁷ A comienzos de 2006 se estaba desarrollando en el país una fuerte discusión para reformar el sistema y aumentar aún más sus descentralización. La educación era un tema clave en la reforma federal que se estaba planificando, cuyo resultado implicaría una nueva reestructuración del ministerio.



Fuente: BMBF, 1996

En el campo de la política tecnológica, el Ministerio de Economía y Tecnología también tiene un rol importante, pero no como organismo de promoción, sino como encargado de generar condiciones macro adecuadas para la inversión privada y la creación de nuevas empresas de base tecnológica.

La estructura del sistema se completa con dos instituciones que integran, por un lado a los “científicos” y, por otro, a los *Länder* en la planificación política. Los primeros han tenido su representación a través del “Consejo Científico” (*Wissenschaftsrat*), encargado de asesorar sobre el desarrollo de los contenidos y la estructura de las universidades, la ciencia y de la investigación³⁸.

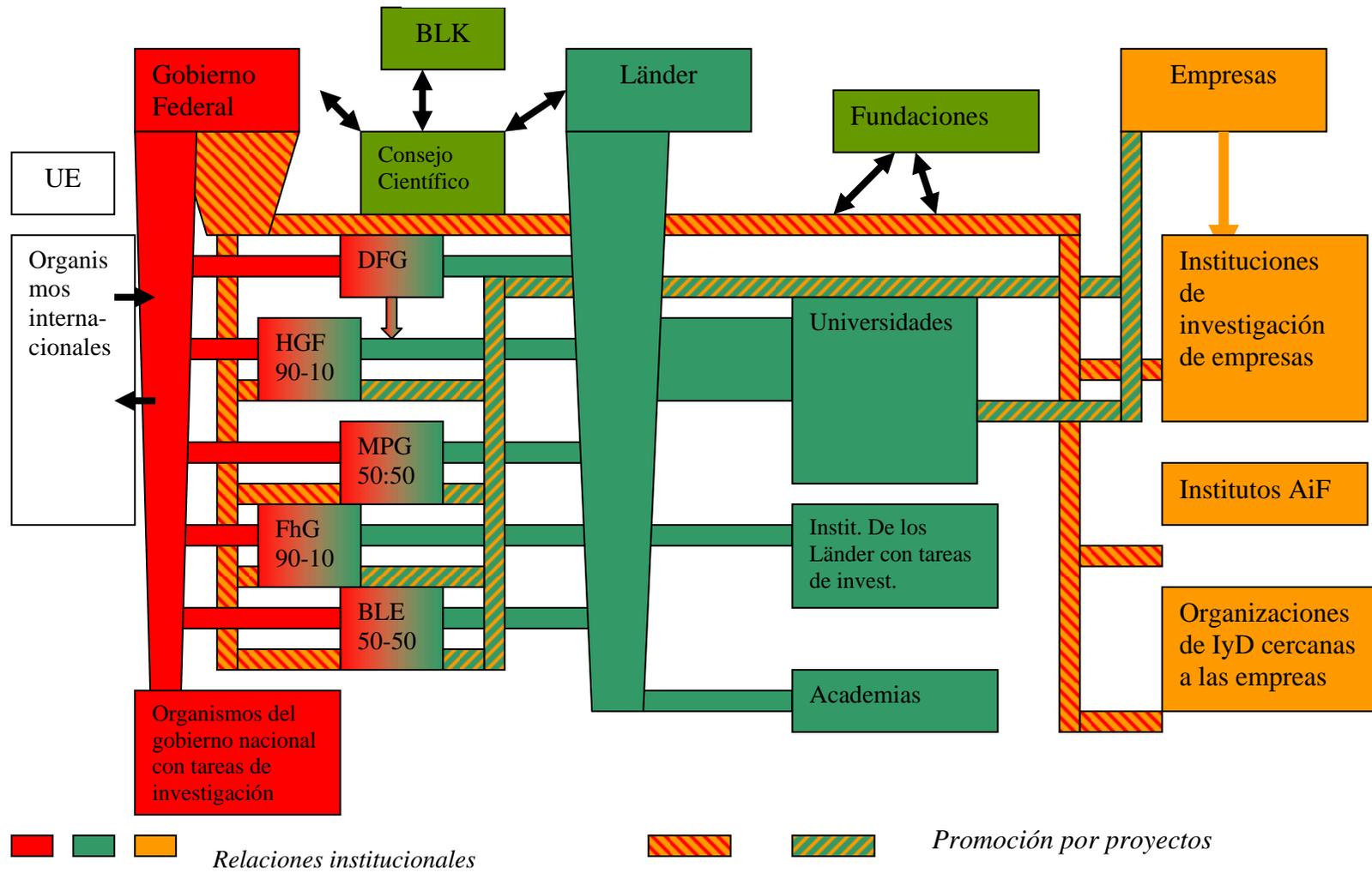
Los *Länder* han conformado la “Comisión Gobierno Federal-*Länder* para la Planificación de la Educación y la Promoción de la Investigación” (BLK) creada en 1970. Esta Comisión ha constituido un foro de discusión, coordinación e intercambio entre ambos niveles de gobierno, mediante un

³⁸ Este Consejo tuvo un rol central en la evaluación de las instituciones de la Ex – DDR y en la elaboración de propuestas para su integración en la República Federal de Alemania tras la reunificación, que fueron tomadas en las medidas que llevó adelante el gobierno.

acuerdo firmado en 1995, en el cual se acordó el intercambio mutuo de información, especialmente sobre los principios y procedimientos para la promoción de la investigación, así como la planificación relacionada con las instituciones de investigación (BMBF, 1996). Lo cierto es que la participación de los *Länder* en el financiamiento de las principales instituciones de IyD y de las Universidades, le ha otorgado a esta Comisión un peso real y no un mero papel formal.

En el gráfico 8 se observa la estructura completa del sistema. En el mismo se diferencian los tres principales ámbitos de promoción: estado federal, *Länder* y empresas y los respectivos flujos de financiamiento.

Gráfico 8: Sistema de Ciencia y Tecnología en Alemania



La historia del sistema alemán, cuenta con una particularidad que es relevante para comprender su fortaleza y la dinámica de su funcionamiento: la reunificación entre Alemania Federal (RFA) y la República Democrática Alemana (RDA) hacia fines de 1989. Este importante hecho, no alteró las características del sistema científico tecnológico detalladas al principio. Lo que cambió fundamentalmente fue la magnitud del complejo estatal de ciencia y tecnología administrado por la nueva Alemania unificada³⁹, que reestructuró todas las instituciones de la ex-RDA. La desaparición de las Academias de la RDA se produjo por total asimilación al sistema preexistente en Alemania Occidental, lo cual permitió mantener la delicada red de relaciones entre el gobierno federal, los *Länder* y las instituciones de IyD.

Por otra parte, se entendía entonces que las diferencias entre las instituciones del este y oeste -dadas en el primer caso por una estructura altamente federal y descentralizada, y, en el segundo caso, por una altamente centralizada- eran demasiado grandes como para encontrar un denominador común. De este modo se evaluó que no había otra opción que un cambio institucional radical y el resultado no fue la cooperación, sino la total integración a la estructura occidental pre-existente. También la preeminencia de ideas neoliberales tuvo un rol fundamental en este proceso: se entendía entonces que la “ciencia oriental” estaba “ideologizada” y que era funcional a las prioridades esencialmente militares del gobierno comunista, por lo tanto no resultaba funcional a las necesidades de la industria alemana. En este plano, el aparente triunfo ideológico de “occidente”, daba a Alemania Federal cierto poder moral que le brindó el derecho innegable de dirigir la reforma. Como argumentaba Parthier (1994), “[E]n todo el proceso, es importante considerar la asimetría de poder real existente entre ambos lados: con la decisión de encomendar al Consejo Científico que evaluara a las organizaciones universitarias y de investigación de la ex -DDR, el fallo fue definitivo”.

³⁹ La consideración de que el sistema se amplió es ambigua, pues los datos indican una fuerte reducción del personal de IyD de la ex - RDA. Por lo tanto, esta consideración sólo refleja una expansión de la intervención del Estado de la RFA.

A partir de la reunificación se incorporaron al sistema de la RFA aproximadamente 18.000 científicos y técnicos y se crearon 140 nuevas instituciones financiadas entre el gobierno federal y los *Länder*, en el marco de la Sociedad Fraunhofer, el Instituto Max Planck y los institutos de la Lista Azul, absorbiendo estos últimos la mayor parte del personal. Sin embargo, las características del proceso de asimilación, no permitieron que se incorporara al nuevo sistema todo el personal dedicado a la investigación en las Academias de la exRDA, que sumaban un total aproximado de 40.000 personas⁴⁰. Es decir que aproximadamente 22.000 personas desaparecieron del sistema preexistente en Alemania Oriental.

Todo este proceso implicó un financiamiento extraordinario por parte del gobierno alemán, que fue apoyado con fondos estructurales de la Comunidad Europea. Entre 1991 y 1997, el gobierno federal transfirió 20,2 billones de DM⁴¹ (equivalente a USD 10 billones.).

2.3.2. Relación con el sistema productivo.

A diferencia del caso Argentino, en Alemania Federal no se produjeron luego de la década del '50 cambios radicales en el régimen social de acumulación, ni en el régimen político, que hayan afectado en consecuencia el funcionamiento del sistema de ciencia y tecnología. Ambos se articularon luego de la guerra en un acuerdo de rango constitucional -dentro de Alemania occidental primero y luego extendido a la ex-DDR con la reunificación-: el modelo de “democracia social de mercado”. A partir de este acuerdo, que mantiene inalterable la democracia como régimen político, las variaciones han oscilado en cuanto a qué grado de “social” y qué grado de “mercado” debe existir en el RSA. Son estas variaciones de grado y no las modificaciones en alguno de los regímenes, las que tuvieron incidencia

⁴⁰ De las tres Academias existentes en la DDR, la Academia de la Construcción se disolvió prácticamente de inmediato, dado que sus trabajadores fueron rápidamente empleados en la industria por las necesidades de reconstrucción que implicó la reunificación.

⁴¹ De esta suma, 5,6 billones se destinaron al apoyo institucional de las organizaciones no universitarias de investigación, 6,1 billones a la promoción de proyectos orientados de empresas medianas y 8,5 billones a la reorganización de las universidades y el apoyo a la educación.

en las modificaciones del complejo científico y tecnológico, particularmente las que se introdujeron a fines de la década del '90 como se detallará más adelante.

El sistema científico-tecnológico ha estado inserto desde sus orígenes en el entramado productivo y, por lo tanto, en un régimen social de acumulación cuyo motor ha sido la industria pesada orientada a la exportación. Este régimen se ha basado en un entramado de relaciones de interdependencia entre empresas, clientes, empleados (integrantes de sindicatos fuertes) y organismos estatales, organizadas dentro de marcos institucionalizados de incentivos y restricciones, que ha impulsado relaciones de colaboración y consenso de largo plazo. Las actividades de innovación se producen dentro de este entramado institucional.

De acuerdo con el análisis de Legler, Licht y Spilekamp (2000), el sistema ha contado con una serie de elementos que ofrecen tanto ventajas como limitaciones. En primer lugar, un sistema corporativo de financiamiento, en el que los bancos y los compromisos de los accionistas han hecho posible el financiamiento de largo plazo. A su vez, estos acuerdos de largo plazo usualmente han restringido la velocidad con la que se puede incidir en nuevos mercados o tecnologías. En segundo lugar, un sistema de relaciones industriales en el que los sindicatos han jugado un rol de peso en la definición salarial, generando la colaboración entre empresas en las negociaciones laborales que abarcan a cada sector industrial. Al mismo tiempo, los acuerdos alcanzados en estas negociaciones, han actuado como una restricción para abandonar mercados y actividades industriales tradicionales. El tercer elemento, es un sistema de educación y entrenamiento vocacional que ha impulsado la preparación para el empleo, contando con una fuerte vinculación hacia las asociaciones industriales, compañías, sindicatos y gerencias. La desventaja, en este caso, ha sido que la orientación hacia una empresa o industria particular, tendió a reducir la movilización entre compañías, ocupaciones e industrias. El cuarto componente es un sistema de relaciones entre empresas que ha facilitado la colaboración en el área de transferencia de tecnología, en función del

establecimiento de ciertos estándares. Finalmente, los autores mencionan como fortaleza una política de innovación que, a partir de la diversidad regional e institucional, ha proporcionado un fuerte apoyo a la difusión y adaptación de nuevas tecnologías que se encuentran en otros países.

La conclusión de este estudio, es que la conjunción de estos factores ha llevado a que las fortalezas de la innovación alemana se configurasen en base a productos de alta calidad dentro de sectores industriales consolidados, cuya producción requiere procesos complejos, servicios de mantenimiento y relaciones cercanas con los clientes (“producción de alta calidad diversificada”). Alemania ha sido, como consecuencia, fuerte en productos y procesos de innovación acumulativa, dentro del campo de tecnologías ya utilizadas, principalmente en ingeniería mecánica, automóviles, energía eléctrica y productos químicos (Legler *et al.* 2000). Estos son hasta la actualidad los principales sectores industriales del país. A su vez, esta característica del sistema parece haber restringido la capacidad del país para insertarse en nuevos mercados tecnológicos, desarrollando industrias en estos nuevos sectores, como el de las TIC.

2.3.3. Reformas implementadas hacia fines de los ´90

Bajo argumentos muy similares a los utilizados por Argentina, también se implementaron importantes reformas en el funcionamiento del sistema de ciencia y tecnología alemán hacia fines de los ´90.

Uno de los supuestos que sostuvieron la reforma era que la libertad científica era importante, pero debía vincularse con la responsabilidad de alcanzar excelencia y asumir riesgos propios (BMBF 1997). Esto se orientaba a promover reglas de competencia y criterios de eficiencia en la asignación de fondos públicos para las instituciones del sistema, considerando que las actividades de Investigación y Desarrollo públicas tenían que dejarse medir por su aplicación económica (BMBF 2000: c). El estado debía también promover mayores espacios de conexión entre aquellas instituciones que trabajaban en ciencia básica y aquellas orientadas al

desarrollo y transferencia de tecnología. Esto demandaba que los científicos del sector público “...se esfuercen activamente por transferir los resultados de sus investigaciones a las empresas...” (BMBF 2000: c). Concretamente, el BMBF proponía en 1997 un trabajo más estrecho entre los centros de Helmholtz y la Sociedad Fraunhofer, con el objetivo de aumentar el potencial de aplicación y transferencia de tecnología y *know-how*.

Este rol del estado se justificaba en el marco de los beneficios automáticos que el libre mercado ofrecía para mejorar la capacidad local de innovación. Al respecto, el BMBF sostenía que una política de competitividad era a su vez una política de innovación ya que “...cuánto más liberalizado sea el mercado mejor podrán ser descubiertos los potenciales de utilización y las oportunidades...”(BMBF 2000: a). Como ejemplo, se destacaba que la desregulación de las telecomunicaciones había contribuido al crecimiento de industrias de tecnología de punta, refiriéndose a la microelectrónica y la informática (BMBF 2000: e)

Estos argumentos sostuvieron las reformas implementadas entre 1998 y 2001 bajo el gobierno de la coalición SPD-Verdes que afectó dos pilares fundamentales de la investigación (Banchoff 2002). El primero fue la alteración del estatus de los profesores universitarios (*Dienstrechtsreform*), a través de dos medidas. Por un lado, se determinó la evaluación estricta de investigación y enseñanza, mediante la decisión de que los incrementos de salario anuales se determinasen en parte por su contribución a la investigación. Por otro lado, se creó el puesto de profesores *junior* con más autonomía de los *senior* y se eliminó la *Habilitation*⁴² como prerrequisito para la carrera de profesor académico.

El segundo fue la reforma del sistema de laboratorios públicos: se promovió mayor cooperación y competencia entre las redes y lazos más fuertes con la industria. Se produjo entonces un desplazamiento “...del financiamiento

⁴² Antes de esta reforma, el sistema preveía que para acceder a la titularidad de una cátedra universitaria, una vez obtenido el doctorado, se debía contar con la *Habilitation*. Ésta consiste en la presentación de una tesis con condiciones similares a las del doctorado. Si bien actualmente el sistema no la exige, continúa siendo un elemento altamente valorado, que de hecho pesa a la hora de una selección.

institucional hacia el de proyectos - del apoyo estatal garantizado a la competencia por fondos disponibles” (Banchoff 2002).

Estas reformas tuvieron diversas motivaciones internas y externas. Entre los factores externos, el primero era la percepción de que la posición alemana estaba perdiendo terreno frente a otros países, en un contexto internacional que había cambiado y al cual el país debía adaptarse. El segundo elemento externo, era la presión de las reglas de la Unión Europea. Dentro de la política de regulación de la competencia y bajo el denominado “control de la ayuda estatal” la Comisión Europea adquirió la capacidad de controlar los programas de IyD de los países miembros. En este marco tiene el derecho incluso de prohibir aquellos programas nacionales que pudieran distorsionar la competencia entre las empresas europeas. Así, se acordaron límites para los subsidios de investigación y desarrollo gubernamentales para el sector privado: 50% para la investigación básica y 25% para la investigación aplicada. Esto generó un conflicto con el BMBF que financiaba hasta un 50% de los proyectos de investigación aplicada (Klodt 1996).

Internamente, también se había producido a mediados de la década del '90 un debate acerca de cómo aumentar la eficiencia de las instituciones públicas de investigación y desarrollo, redefiniendo sus funciones, recortando la provisión de fondos públicos y el cuerpo de investigadores financiados por el estado. Las críticas al sistema vigente, apuntaban a la necesidad de mejorar la transferencia de tecnología desde estas instituciones hacia el sector privado, a fin de aumentar la eficiencia del sistema nacional de innovación. Estos reclamos se produjeron en un contexto de déficit fiscal en el que el gobierno se hallaba ante la necesidad de reducir el gasto público⁴³.

Como resultado, estas reformas introdujeron cambios radicales respecto a las formas de financiamiento de la IyD: se pasó a un sistema de competencia entre las instituciones a través de proyectos y se les exigió contar con más

⁴³ Entre 1993 y 1996 el déficit fiscal creció en forma permanente. Sobre la base de las cuentas nacionales, el déficit general del gobierno creció de 3,5% en 1995 A 3,8% en 1996, esto es por encima de lo permitido en el Acuerdo de Maastrich.

fondos privados. Esto a su vez implicó un cambio en el modo de contratación de personal: también se realizaría por períodos y según los proyectos que tuvieran financiamiento, restringiendo de esta manera la posibilidad de contar con una base estable y permanente de investigadores.

2.4. Comparación de los sistemas científico-tecnológicos.

La comparación entre ambos complejos, pone en evidencia tanto las diferencias características entre países centrales y periféricos, como las particularidades locales de cada caso.

En primer lugar, aparecen distinciones en cuanto al origen de las estructuras institucionales. Si bien se constituyeron en la misma década, los contextos económicos, sociales y políticos marcaron las características específicas que tuvo cada uno. En Alemania las instituciones se crearon en el marco de la recuperación industrial de posguerra, contando con la contribución del Plan Marshall y con las limitaciones del “perdedor” de la guerra, que debía asegurar el desarrollo tecnológico con fines pacíficos. Esta situación promovió la investigación orientada a las necesidades de la industria como camino hacia la recuperación de la economía. Este proceso de construcción institucional fue dirigido e impulsado por el Estado, cuya particularidad fue que se trató de un estado altamente federal. De este modo, los *Länder* tuvieron intervención en la definición de lineamientos para el sistema educativo y científico y la capacidad de participar en el establecimiento de universidades y centros de investigación locales. De este modo, las necesidades tecnológicas de cada localidad quedaron cubiertas, mientras el Gobierno Federal pudo concentrarse más adelante en los grandes programas que exigían cubrir la brecha con Estados Unidos, principalmente tecnología nuclear y aeroespacial. Al tener este dato en cuenta no es sorprendente que el origen del organismo encargado de coordinar la cooperación internacional en ciencia y tecnología haya estado en el Instituto Alemán de Investigaciones Aeroespaciales (DLR). Por su parte, la Argentina comenzó el proceso de creación de instituciones extra-universitarias siguiendo el

modelo de los países centrales, pero en el contexto de un país fuertemente agrícola extensivo, que intentó impulsar un modelo de industrialización, cuyo eje fue la sustitución de importaciones. La sucesión de gobiernos civiles y militares constituyeron un marco políticamente inestable para el funcionamiento de las instituciones creadas. La impronta de los gobiernos militares quedó marcada en las estructuras altamente centralizadas de estas instituciones, ligadas directamente a distintas áreas del estado. Esta característica se sumó a la debilidad del sistema federal argentino, desalentando la creación de instituciones de investigación locales.

La estructura federal de Alemania constituye también un factor de explicación de la diversidad y amplitud del sistema en cuanto a la cantidad de instituciones que conforman el mismo. Si bien son cuatro las instituciones que concentran la mayor parte de los gastos de IyD (Fraunhofer, Helmholtz, Lista Azul y Max Planck), el rasgo distintivo es que cada una de ellas está compuesta por un amplio número de centros de investigación temáticos, distribuidos en todo el país, que en conjunto suman 227. Salvo en el caso del INTA, esto no ocurre en las instituciones argentinas, que concentran la mayor parte de su actividad en Buenos Aires. Además de esta extensión de centros de investigación alemanes, las características de su estructura aseguran la autonomía de sus políticas de investigación y el contacto con distintos sectores de la sociedad (empresas, científicos, gobierno federal y local). Tanto las dimensiones como las estructuras de estas organizaciones, no encuentran equivalentes en Argentina.

En cuanto a la cantidad de personal dedicado a la IyD, la brecha entre ambos países también es muy amplia. Parte de la explicación se halla en la valoración que tiene la formación en estas áreas, tanto para el Estado como para el sector privado, en Alemania y las posibilidades reales de inserción laboral existentes en estos campos. Esto contrasta con el caso argentino, donde incluso se desaprovecha el potencial de recursos humanos formados. También en este caso incide el carácter de “formación dual” del sistema alemán, que incluye capacitación práctica en empresas y la existencia de

universidades de ciencia aplicada (Fachhochschule), orientadas a formar e insertar personal técnico en las empresas. En este sentido, la absorción estatal de más de un 80% de los investigadores en Argentina (a diferencia del 41% en Alemania), también marca una diferencia cualitativa importante entre ambos países, especialmente porque el tipo de investigaciones desarrolladas en Argentina ha tenido una fuerte orientación académica, evaluada según criterios del sistema científico y no en función de la aplicabilidad o utilidad de los conocimientos generados.

El tercer elemento que marca la diversidad de los sistemas ha sido la disponibilidad de recursos, tanto públicos como privados, destinados a la ciencia y la tecnología. Resultan evidentes las consecuencias de contar en Argentina con lo que sería casi un 4% de los fondos disponibles en Alemania. Esta mayor disponibilidad de recursos ha impactado tanto en el logro de resultados, como en el desempeño de los investigadores y resultó asimismo un factor de atracción para investigadores argentinos.

Una cuarta diferencia está dada por la mayor proporción de gastos públicos en IyD en Argentina, situación que es inversa en Alemania y que refleja el patrón característico de países periféricos y centrales.

La mayor interacción entre ciencia, tecnología y sector productivo en Alemania, constituye el quinto elemento diferencial. En términos de las redes tecno-económicas de Callon, se observa mayor fortaleza de los polos de transferencia ciencia-tecnología y tecnología-mercado en Alemania que en Argentina. Esto se explica en gran medida, por la existencia de un “tejido de relaciones” (Dagnino y Thomas, 1999) en el que se vinculan actores del estado, la sociedad y la comunidad de investigación. Siguiendo este concepto el proceso de influencias recíprocas entre estos actores tiene, entre otros, dos efectos que es importante considerar aquí. El primero es que logra determinar los “campos de relevancia” que constituyen el objeto de los trabajos de investigación, proceso que resulta como algo natural y no impuesto por alguno de los actores. El segundo, es que actúa como un balance para el rol de la comunidad científica en el proceso de toma de decisiones sobre la política científica y tecnológica y, como consecuencia,

ésta resulta menos orientada hacia el ofertismo y más orientada por criterios de utilidad (Dagnino y Thomas, 1999).

La primera explicación de la contrastante debilidad de interacción entre el complejo científico-tecnológico y el sector productivo en el caso Argentino, se encuentra en las características de sus regímenes sociales de acumulación. A partir de esto se explica la escasa demanda de conocimientos locales por parte de las empresas que actuó como obstáculo para el desarrollo tecnológico. Pero esta explicación resulta incompleta si no se tiene en cuenta también lo que sucedió desde el lado de la oferta de conocimientos. En este sentido, y en contraste con el caso alemán, la fragilidad o inexistencia de un “tejido de relaciones” entre actores mutuamente influyentes, ha sido causa de la inadecuación de la oferta de conocimientos al contexto socio-económico local –y de la determinación conjunta de campos de relevancia. Es en este marco que también debe comprenderse la creación del complejo institucional dentro del régimen político y aislado del resto de la sociedad. Como resultado, el rol de la comunidad científica y del estado no fue contrarrestado por otros actores sociales en la definición de políticas de ciencia y tecnología y ha existido una preponderancia del polo científico en las actividades de investigación, financiadas fundamentalmente por el Estado.

A pesar de estas diferencias, es posible hallar también algunas coincidencias. En ambos casos se observan dificultades de coordinación de todo el sistema desde los organismos del estado creados con esta función (SECyT y BMBF), aunque con distintas características. En Argentina se produce por la definición de espacios de poder político entre los principales organismos del sistema que difícilmente se articulan. En Alemania las dificultades se deben al carácter federal del sistema y al aporte financiero que los *Länder* realizan al sistema. No obstante, esto último se resuelve a partir de instancias colectivas de coordinación, principalmente la *Bundes-Länder-Kommision* (BLK) y del Consejo Científico (*Wissenschaftsrat*), encargado de evaluar las actividades de las instituciones de IyD. Además de este aspecto de coordinación, la gran capacidad de financiamiento del

BMBF le otorga una efectiva posibilidad de orientar las actividades hacia áreas consideradas relevantes.

Un segundo elemento común, está dado por los argumentos que condujeron a las reformas implementadas hacia fines de los ´90 en ambos países. Estas se produjeron en un clima de ideas, intelectual y político, que concebía a la innovación como el factor fundamental para que un país alcance mayor competitividad en un mercado global. Este concepto de innovación también estaba inserto en la visión de que se estaba produciendo una transformación social más amplia: la transición hacia la sociedad del conocimiento.

Sin embargo, también existieron diferencias en ambos casos. En Argentina la reforma se llevó a cabo con anterioridad a la alemana, en el marco de un gobierno que se caracterizó por la ejecución de las recomendaciones del Consenso de Washington. En este contexto, la apertura, los mecanismos de mercado y la iniciativa privada fueron criterios orientadores de diversas políticas, entre ellas la de ciencia y tecnología. En Alemania las reformas se realizaron cuatro años más tarde, con los mismos criterios orientadores, pero motivadas por el agotamiento del estado de bienestar y las restricciones que imponía el proceso de integración europeo en cuanto a asegurar sistemas de competencia sin intervenciones estatales.

La similitud de los argumentos utilizados en ambas reformas, hace difícil percibir las particularidades locales que motivaron y caracterizaron los procesos en cada caso. Esto puede explicarse nuevamente a partir de la fortaleza o debilidad del “tejido de relaciones”. La reforma alemana estuvo abierta al debate entre diversos sectores que contribuyeron en la elaboración de informes y recomendaciones, especialmente las efectuadas por Consejo Científico, siguiendo un modelo incremental en la toma de decisiones. En Argentina, la reforma obedeció a criterios políticos determinados por el proceso de ajuste estructural y la comunidad científica fue objeto de la reforma y no sujeto activo siguiendo de esta manera un proceso de decisión racional. La participación de esta última estuvo acotada al tratamiento de temas puntuales, sin intervenir en el criterio general de la reforma. Ni siquiera la demanda de una mayor utilidad económica de los resultados de la

investigación fue originada en el sector productivo, sino apoyada en elementos de un discurso global, adoptado por el gobierno argentino.

En síntesis, la comparación de ambos complejos científicos y tecnológicos y las reformas desarrolladas en el período estudiado, presenta los siguientes rasgos:

- Una amplia asimetría de recursos humanos, financieros e institucionales entre ambos países.
- Una mayor participación del sector privado en actividades de investigación en Alemania, en contraste con la preeminencia del estado en el caso argentino.
- Un “tejido de relaciones” que es fuerte en Alemania e inexistente en Argentina y que determina respectivamente una mayor y una menor interconexión entre el sistema científico y el sector productivo.
- La implementación de reformas sostenidas en un argumento común (mejorar la competitividad en el mercado global) y desarrolladas en contextos económicos y científicos locales muy diferentes.
- La implementación de procesos de toma de decisión a partir del modelo racional en Argentina e incremental en Alemania.

3. Características del sector software y servicios informáticos en Argentina y Alemania.

3.1. Características del sector software y servicios informáticos en Argentina.

En este apartado se describen algunas características generales del sector de la industria del software y servicios informáticos (SSI) en Argentina, que permitirán luego una comparación con el caso de Alemania.

El primer estudio sectorial en Argentina fue realizado por un grupo del Instituto Alemán para el Desarrollo (DIE) en 1999 (Stamm *et al.* 2000)⁴⁴. Según el mismo, en 1999 el mercado alcanzaba U\$S 3.840 millones, distribuido en un 36% de Hardware, un 16% de Software y un 41% de servicios informáticos. Entre 1995 y 1999, los tres sectores mencionados habían mostrado un crecimiento positivo, a pesar de que el porcentaje de crecimiento fue disminuyendo paulatinamente desde el 20,8% en 1997 a 10,7% en 1999. A pesar de este ritmo decreciente, el sector fue aumentando su participación en el PBI que representaba un 1,6% en 1998 (Stamm *et al.*, 2000)

Según un estudio posterior realizado por Chudnovsky, López y Melitsko (2001), entre 1998 y 2000, en un período de recesión de la economía argentina, la facturación de las empresas de software se incrementó un 40% y el empleo creció en un 43% (Chudnovsky *et al.* 2001). Dentro de este crecimiento, se observaron algunas diferencias de acuerdo al tamaño y actividad de las firmas. Según la actividad, las empresas con mayor facturación fueron los proveedores de servicios, cuyas ventas aumentaron un 45%. En contraste, los oferentes de productos aumentaron un 33%. Entre estos últimos, se observó un mayor dinamismo en la comercialización de

⁴⁴ El estudio tomó el sector de “Tecnologías de la Información” (TI) en un sentido restringido, esto es, excluyendo el sector de telecomunicaciones y contabilizando solamente Hardware, Software y Servicios informáticos.

software extranjero (47%) y muy bajo crecimiento en las empresas que desarrollaban software localmente (16%) (Chudnovsky *et al.* 2001). Si se toma el tamaño de las empresas en el período 1998-2000, las grandes (más de 50 empleados) incrementaron su facturación en un 45% y las medianas (entre 10 y 50 empleados) un 24%. Por el contrario, las pequeñas (menos de 10 empleados) cayeron un 1%.

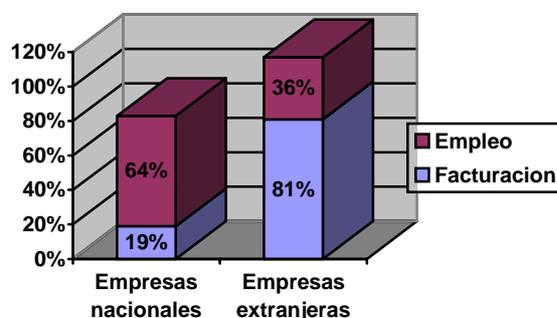
Los datos evidencian que este sector de la industria, a pesar del contexto recesivo, se consolidó en la década del '90. Para comprender mejor este proceso, se describen a continuación dos aspectos interrelacionados: a) la estructura empresarial y b) la investigación y desarrollo en el sector.

a) Estructura empresarial

A mediados de los '80 se estimaba que existían en Argentina alrededor de 300 empresas, número que a pesar de las bajas producidas, se mantuvo en la década siguiente ya que un 65% fueron creadas luego de 1990. La cantidad de empresas llegó a 500 en el año 2000.

El sector se caracterizó por un alto grado de concentración del mercado. Según datos de 1987, diez firmas abastecían el 79% del mercado. Sólo dos de estas empresas líderes tenían como actividad principal el desarrollo de software, mientras las restantes eran comercializadoras del software de terceros, principalmente importado (López 2003). Datos del 2000 indicaban que si bien el sector estaba compuesto mayoritariamente por PyMEs (80%) y por empresas de capital nacional (85%), la mayor parte de la facturación pertenecía a las empresas extranjeras (66%) y a las empresas grandes (86%). Si se considera además la relación entre facturación y empleo por origen de la empresa, se observa que las empresas nacionales empleaban más personal que las empresas extranjeras, pero tenían una facturación muy inferior (Grafico 9).

**Grafico 9: Empleo y facturación en el sector SSI
según el origen de las empresas (2002)**



Fuente: elaboración propia a partir de datos de López, 2003.

Estos datos reflejan que el sector, a pesar de haber sido muy dinámico, siguió el mismo patrón general de concentración en manos de empresas extranjeras que otros sectores de la economía argentina, sin efectos positivos en términos de empleo.

Se produjo además una tendencia hacia la especialización de las firmas locales de SSI en las áreas de contabilidad y gestión empresarial, derivada de su capacidad para adaptarse a las particularidades e idiosincrasias del mercado doméstico, con cierto grado de estandarización. Si bien esto implicaba atender un nicho de mercado a partir de capacidades locales, representaba a su vez una desventaja para la exportación de estos productos.

De acuerdo con los estudios analizados, dentro del período estudiado (1997-2001) no hubo en la Argentina una estrategia para el desarrollo del sector, ni existió consenso acerca de cuáles eran los segmentos de mercado donde Argentina tendría las mayores potencialidades competitivas. En la práctica, las empresas evidenciaron estrategias de alto nivel de diversificación para sobrevivir en un mercado pequeño e inestable. Asimismo, no se observaba una vinculación entre el sector SSI y los sectores de la economía argentina que poseen ventajas comparativas, como el sector agropecuario y la

agroindustria o con sectores con importante potencial de demanda local como salud y educación.

b) Personal

La disponibilidad de recursos humanos calificados se consideraba una ventaja para el sector. Si bien se señalaba que el país contaba con una buena base de personas formadas en el campo, se destacaba su falta de práctica y su excesiva orientación académica como factores negativos (Stamm et alli 2000; Lopez 2003).

c) Investigación y Desarrollo

Tal como se ha señalado anteriormente, las reformas estructurales de los '90 actuaron en contra de los procesos de innovación local, particularmente en comparación con el período de sustitución de importaciones. Esto marcó el contexto general en el cual se desarrolló un sector intensivo en conocimiento como el de SSI.

Durante los '90 una serie de factores debilitaron la capacidad de innovación en el país. Entre ellos, cabe destacar el acceso a bienes de capital importados a menor costo, la estrategia de producción de las empresas transnacionales, que las llevó a invertir en Argentina en aquellas fases con menor incorporación de I+D, y la nueva organización industrial de las grandes empresas que han sobrevivido y se han internacionalizado en las últimas dos décadas. Estos factores incidieron también en las empresas de SSI.

Siguiendo el patrón tradicional de la Argentina, resultó evidente en esta década la poca inclinación de las empresas a recurrir a la innovación y desarrollo como factor de competitividad. El nivel meso se caracterizó por la presencia de instituciones de IyD poco desarrolladas y con escaso financiamiento, a la vez que sus actividades no resultaban significativas para la incorporación de tecnologías que las empresas podían adquirir en el exterior a bajo costo. Asimismo la contracción del estado a sus funciones básicas, produjo que las instituciones públicas de ciencia y tecnología orientaran su actividad a la venta de servicios que les permitiera

autofinanciarse y no a subsidiar la innovación o establecer programas de promoción.

En este sector se observaba que las pequeñas y medianas empresas eran las que más esfuerzos destinaban al desarrollo de software. En el año 2000 empleaban un 38% de su personal en esta tarea, mientras entre un 15% y 20% se dedicaba a consultoría e implementación y soporte técnico (Chudnovsky *et al.* 2001). Considerando el origen de las firmas, también era alta la proporción de recursos humanos destinados al desarrollo en las empresas locales. En contraste, las filiales extranjeras prácticamente no llevaban a cabo desarrollos en el país y sus recursos humanos se concentraban en las áreas de comercialización y ventas, consultoría e implementación y soporte técnico.

Se estimaba asimismo que las empresas que realizaban desarrollos locales eran altamente activas en el lanzamiento de nuevos productos al mercado, pero muy pocos eran verdaderas innovaciones. Se trataba más bien de innovaciones menores, que partían de la necesidad de mejorar y adaptar los productos a las nuevas tecnologías y plataformas disponibles⁴⁵, o bien de incrementar la gama de aplicaciones ofrecidas. La orientación de estas empresas al mercado interno se consideraba como un factor que inhibía la inversión en innovaciones más radicales.

En relación con las actividades de investigación desarrolladas en las instituciones del sistema público y financiadas por la AGENCIA, aquellas vinculadas con el sector software fueron relativamente menores, particularmente entre 1997 y 2001 (cuadro 5) y estuvieron en su mayoría vinculadas a desarrollos electrónicos (control de sensores, automatización,

⁴⁵ Se trata de plataformas desarrolladas por grandes empresas sobre los cuales estas empresas locales desarrollan software aplicativos y deben pagar licencias. En un estudio reciente se menciona que cada vez con más frecuencia los productos que venden las empresas locales son “multiplataforma”, por lo cual sus productos no quedan atados a una plataforma específica Erbes, Analía, Robert, Verónica y Yogue, Gabriel (2006). 'El sendero evolutivo y potencialidades del sector software en Argentina', en José Borello *et al*, eds., *La informática en Argentina. Desafíos a la especialización y a la competitividad*. Buenos Aires: Prometeo Universidad Nacional General Sarmiento.

robótica, etc.). Esto tuvo un giro, recién en 2002 cuando se estableció un área prioritaria para “Tecnologías de la Información y la Comunicación”.

Cuadro 8: PICT aprobados en el área “Tecnología de la Información, Comunicación y Electrónica (1997-2002).

	Total proyectos área	Proyectos relativos a software
1997	13	7
1998	5	1
1999	8	4
2000/01	6	2
2002(*)	12	9

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

(*) Dentro del área prioritaria “Tecnologías de la Información y la Comunicación”

Este hecho está directamente relacionado con la escasa autonomía del campo de la informática. En el marco de la Agencia el área temática que la incluía se denominaba en 1997 “*Tecnología de la Información, Comunicación y Electrónica*” y a partir de 1998 “*Tecnología Informática, de las Comunicaciones y Electrónica*”. De esta manera, el campo de la informática se mantuvo siempre vinculado a de las comunicaciones y al de la electrónica, definiendo una relación entre software y hardware para la investigación. Sin embargo, esto no significó que se desarrollaran proyectos donde convergieran ambos campos, sino que se mantuvieron líneas divisorias, con un predominio de la electrónica y las comunicaciones⁴⁶. En

⁴⁶ Al observar la lista de proyectos, aparecen temas tan diversos como “Arquitecturas y Testing de Sistemas”, “Tópicos en la teoría algorítmica de la información”, “Estrategias de

el ámbito de CONICET esta falta de autonomía era también evidente y actuaba en detrimento del desarrollo de proyectos de IyD. En este caso, la informática estaba integrada al área de “Ciencias Exactas y Naturales” dentro de la sub-área “Matemática y Computación”, teniendo muy poco peso en relación con la matemática. En este caso, la vinculación tendió a impulsar investigaciones más relacionadas con la informática teórica que con la aplicada, lo cual contribuyó a consolidar grupos de investigación con esta primera orientación. Si bien esta situación fue duramente criticada en 2000 en una carta de la Comisión Especial de Informática al Directorio del CONICET, que, entre otras cosas reclamaba la inclusión del campo dentro de la “Gran Área de Ingeniería”, el reclamo no tuvo efectos inmediatos. En el mismo sentido, esta Comisión reclamaba también “...estimular una política de apertura hacia los *desarrollos tecnológicos* y las *aplicaciones* de la informática, sin disminuir el nivel actual de actividades científicas en la teoría, que tampoco abundan” (Comisión Especial de Informática, 2000).

Estos datos evidencian, por un lado, la escasa investigación en el campo promovida por el sector público y un predominio de la informática teórica cuando esta se producía. Por otro lado, parecía haber una creciente conciencia de parte de la comunidad informática acerca de la necesidad de desarrollar tecnologías y aplicaciones en el campo, siguiendo el patrón de evolución internacional. Estos reclamos se vieron sin embargo bloqueados por las estructuras científicas preestablecidas y la permanencia de criterios de evaluación orientados a la producción de “papers” y publicaciones, más que a la aplicación⁴⁷.

control y procesamiento de señales en sistemas electrónicos de potencia, generadores eólicos, máquinas eléctricas y arreglos de sensores”.

⁴⁷ No es extraño que uno de los miembros de la Comisión Especial de Informática mencionara luego que “la política científica argentina es deliberadamente anti-tecnológica”.

3.2. Características del sector software y servicios informáticos en Alemania.

De acuerdo con la información relevada, en Alemania no se produjeron informes sobre este sector entre 1987 y 2000, de modo que se han analizado algunos datos a partir de informes posteriores a este período. Si bien los mismos fueron elaborados con criterios diferentes al del caso Argentino y esta disparidad hace más difícil la comparación, lo valioso es que ofrece un cuadro situación particular que refleja definiciones propias del país respecto al sector.

El primer dato significativo de los estudios realizados en Alemania sobre este sector, era la distinción entre “rama primaria” y “rama secundaria”, haciendo referencia a dos definiciones del software que se incluían dentro del sector: una como productos y servicios independientes (primaria) y otra como elemento incorporado a productos o servicios en otras industrias (secundaria). De esta forma, se pudieron incluir en las estadísticas a aquellas empresas de sectores fuertes de la economía alemana que desarrollaban o incorporaban software a sus productos.

En un estudio realizado a pedido del BMBF en el 2000 se identificaron 35.797 empresas en la rama primaria, de las cuales la gran mayoría (32.693) eran pequeñas (tenían entre uno y nueve trabajadores). En la rama secundaria se incluyeron empresas de cinco sectores relevantes en la estructura productiva alemana: maquinarias, electrónica, automóviles, telecomunicaciones y servicios financieros. Se contabilizó un total de 147.857 empresas dentro de esta rama, de las cuales la mayoría (9.6529) pertenecían al sector de servicios financieros. También se observaba que en este sector predominaban pequeñas y medianas empresas (ISI, IESE y GfK, 2000).

Una segunda observación que hizo este estudio, fue identificar dentro de ambas ramas a aquellas empresas que desarrollaban, mejoraban o adaptaban software. En la rama primaria, estas sumaron 10.568 empresas (29% del total) y en la secundaria 8.660 (6% del total). De modo que en Alemania se

registraban 19.228 empresas que desarrollaban software, ya sea como producto o servicio (55%) o como parte de la innovación en otros sectores (45%). En ambos casos, se observaba también un predominio de las empresas grandes en las actividades de desarrollo.

A pesar de la gran cantidad de empresas contabilizadas en la rama primaria, no se las consideraba como un sector autónomo. En este sentido, se argumentaba que las condiciones de demanda en Alemania habían sido desfavorables para la emergencia de grandes compañías de software locales, ya sea de productos o de servicios. Esto se debía a que los principales usuarios de software eran empresas que habían preferido desarrollar su software internamente (Lehrer, 2000). Por esta misma razón, la industria de software alemana se consideraba fuerte en la producción de software específico tecnológicamente sofisticado y débil en productos estandarizados. El predominio de empresas de software que desarrollaban aplicaciones a medida, tanto en la rama primaria como secundaria, evidenciaba una relación estrecha entre la producción de software y otros sectores de la industria. De esta manera, el desarrollo del sector software estaba marcado por interacciones usuario-productor, donde los usuarios eran empresas, que retroalimentaban la innovación en todos los sectores.

Si bien la posición del país en el área de software estandarizado era consecuentemente más débil, lo cierto es que contaba con dos grandes empresas que figuraba dentro de las 25 primeras a nivel mundial en el mercado: SAP y Software AG. SAP fue la primera en ofrecer un paquete integrado de aplicaciones de negocios, capaz de unificar sistemas de información utilizados a través de distintas áreas de una empresa. Software AG fue una de las pioneras en exportar una base de datos estándar desde 1960 y luego desarrolló y comercializó la primera base de datos en red⁴⁸.

A pesar del éxito de estos dos “campeones”, la debilidad relativa de las empresas alemanas en productos estandarizados marcaba una fuerte presencia de empresas norteamericanas en el sector, contabilizándose siete

⁴⁸ Esta fue luego superada por las bases de datos relacionales de Informix y Oracle.

subsidiarias de éstas entre las 25 primeras empresas de software en volumen de facturación en el país⁴⁹ (www.luenendonk.de).

b) Personal

Una debilidad crítica para el desarrollo del sector era la escasez de personal. En 2000 las empresas de ambas ramas demandaban 28.000 desarrolladores de software y se advertía que el 14% de los puestos no estaban ocupados. En la rama primaria, más intensa en desarrollo, esto representaba que 1 de cada 6 puestos no estaban cubiertos.

Respecto a la formación de personal, si bien se registraba un buen nivel de educación superior, la industria alemana veía que los programas universitarios proveían una excesiva formación teórica, mientras que la orientación hacia aplicaciones resultaba insuficiente. Por este motivo preferían contratar desarrolladores de software egresados de las Fachhochschule y de las Academias profesionales, en lugar de egresados de las universidades, ya que éstos tenían una formación más vinculada a la práctica y experiencia. Asimismo, en el caso de las academias veían una ventaja adicional en el período corto de su formación, lo cual hacía que hubiera profesionales disponibles en poco tiempo (ISI et alli, 2000). En este sentido, las empresas demandaban también introducir carreras más cortas como el “*Bachelor*” en este área.

Otra deficiencia que destacaban las empresas de la rama primaria y secundaria era el bajo nivel de conocimientos de lenguajes de programación que tenían los graduados universitarios (ISI et al., 2000). En parte esto se debía a un sistema de formación universitaria que tendía a la interdisciplinariedad. De esta manera, los estudiantes podían combinar informática con otras especialidades como electrónica, administración, sociología, etc.

⁴⁹ Microsoft, Oracle, CA, Novell, Autodesk, SAS Institute e Informix

c) Investigación y desarrollo

En el campo de la investigación, se observaba una mayor actividad de las empresas de la rama primaria. Del total relevado en el estudio encargado por el BMBF en 2000, se advertía que un 32% de las empresas de esta rama que desarrollaban software hacían investigación. Contando ambas ramas, se identificaron sólo 4200 empresas que hacían investigación, esto es un 22% del total, predominando en este caso las grandes empresas (ISI *et al.*, 2000).

En cuanto a la dinámica de innovación, se advertía que, si bien un 90% de las empresas manifestaba haber introducido nuevos productos en el mercado durante el 2000, se trataba en su mayoría de innovaciones incrementales (Friedewald, et al, 2002).

Se estimaba que un tercio de las empresas que hacían investigación, desarrollaban también cooperación con universidades o instituciones de investigación públicas. De ellas un 72% recibía estudiantes para que realizaran sus trabajos de Diplom y un 96% recibía practicantes. Otra forma de cooperación más directamente relacionada con la investigación conjunta a través de proyectos, era menos utilizada, pero igualmente significativa: un 37% de las empresas que hacían investigación en el sector desarrollaban estos proyectos (Friedewald, et al, 2002). Otro aspecto relevante de la vinculación entre instituciones de investigación y empresas en este sector, ha sido la formación de “start-ups”, incubados en las primeras, particularmente en las décadas del ‘60 y ‘70. El caso paradigmático fueron las ideas comerciales básicas de Software AG –empresa líder en productos estandarizados de software en Europa- que fueron incubadas en el instituto de Darmstadt GMD-IPSI.

A partir de mediados la década del ‘90 el estado también comenzó a promover programas específicos de innovación y desarrollo para el sector software, a través de la “Iniciativa para la promoción de las tecnologías de software en la economía, la ciencia y la tecnología” del BMBF. Entre 1995 y 1998 se desarrollaron 27 proyectos con el objetivo de incorporar nuevas tecnologías de software en el desarrollo de software de aplicación. Los

proyectos incluyeron 95 empresas asociadas a institutos de investigación, y tenían el objetivo de transformar la investigación científica básica en prácticas comerciales (Lehrer, 2000).

Una particularidad significativa de la promoción estatal fue su orientación hacia temas específicos dentro del campo de las tecnologías informáticas vinculadas con áreas de aplicación industrial. Entre ellas se incluyeron inicialmente, nuevas técnicas de modelado de sistemas y procesos organizacionales y técnicos, métodos y herramientas para la aplicación y reutilización de aplicaciones de usuarios preexistentes y desarrollo de métodos para mejorar la seguridad y confiabilidad de sistemas de software complejos (BMBF y DLR, 1998)

3.3. Comparación del sector en ambos países.

De la comparación de ambos sectores cabe destacar algunas observaciones que resultan relevantes para el análisis de casos

- En ambos países el sector estaba constituido principalmente por pymes locales, aunque las empresas extranjeras concentraban gran parte del mercado. Tomando sólo la rama primaria en Alemania (comparable con los datos del sector en Argentina) el número de pequeñas y medianas empresas era mucho mayor que en Argentina.
- En Argentina se desarrollaron empresas como sector económico independiente,. Al contrario, en Alemania, el desarrollo de software y servicios informáticos no se consideraba un como sector económico desligado de otros sectores.
- Esta característica hizo a su vez que, en Alemania, los desarrollos de software estuvieran más vinculados con otros sectores de la economía, insertando cambios tecnológicos en los mismos y retroalimentando el diseño de productos y servicios de acuerdo con necesidades de las empresas. En Argentina este vínculo no se produjo.

- Al comenzar la cooperación Argentina se presentaba como un país con amplia disponibilidad de recursos humanos calificados en el sector, mientras que en Alemania se había identificado una deficiencia en la cantidad de personal necesario, especialmente de programadores
- Las críticas de la industria a las competencias de los trabajadores informáticos, en cuanto a que carecían de experiencia y formación práctica, coincidían en ambos países. Sin embargo, mientras en Alemania las *Fachhochschule* cubrían gran parte de las necesidades y se adecuaban mejor a las demandas de la industria, en Argentina no había instituciones de este tipo.
- La investigación en Alemania era importante especialmente en el sector privado, particularmente en grandes empresas, y era acompañada por iniciativas de promoción pública. En Argentina, los mayores esfuerzos de investigación y desarrollo los hacían las pymes, a la vez que el sector careció de apoyo público para estas actividades.

4. Políticas y discursos estatales sobre TICs en Argentina y Alemania.

En este punto se describen las políticas sectoriales implementadas por Argentina y Alemania en el campo de las TICs y los hilos discursivos que sobre las que se sustentaron⁵⁰.

A partir de estos dos elementos –políticas implementadas e hilos discursivos- el objetivo en este punto es triple: a) comparar las políticas implementadas; b) comparar el contenido del discurso gubernamental sobre TICs de cada país y; c) observar su conexión con los hilos discursivos dominantes identificados en el nivel internacional.

⁵⁰ Se parte del supuesto de que los hilos discursivos sobre TIC, se encuentran en lo que Herrera denomina “política explícita”, por lo cual se recurre a las fuentes elaboradas por las agencias gubernamentales pertinentes

La hipótesis es que la permeabilidad ideológica en la política explícita condujo a similitudes y consensos entre ambos países que no reflejaban las asimetrías de recursos y estructuras institucionales existentes, ni la definición de los “campos de relevancia” en cada caso. De alguna manera, el discurso contribuyó a equilibrar la situación de ambos países y creó un marco político aparentemente simétrico para la cooperación.

4.1. Argentina.

4.1.1. Políticas implementadas.

Durante los '90, las políticas argentinas con relación a este sector partieron de la valoración de su “utilización” más que de su generación. El eje de la política fue la “C” de comunicación y esta definición implicó que el marco institucional adecuado fuera esencialmente la Secretaría de Comunicaciones, a pesar de algunas responsabilidades asignadas a la Secretaría de Ciencia y Tecnología.

Sin embargo, en sus orígenes la política para el sector había sido diferente. Las primeras medidas estatales relativas a las TICs que intentaban superar el retraso que se percibía en el país se tomaron con la llegada de la democracia en 1983 y tuvieron como eje la generación de las mismas. El gobierno radical de ese momento desarrolló dos iniciativas para el desarrollo del campo: la creación de la Comisión Nacional de Informática (CNI) y la creación de la Escuela Latinoamericana de Informática (ESLAI).

La Comisión Nacional de Informática fue creada en 1984 (Decreto 621/84) con el objetivo de sentar las bases de un plan nacional de informática y tecnologías asociadas. El informe de la comisión fue presentado en octubre de ese año y contenía una serie de recomendaciones y propuestas para todas las áreas involucradas en el desarrollo de la informática. Esencialmente contenía lineamientos de política industrial para diversos sectores (computación, telecomunicaciones, electrónica industrial y componentes, lineamientos de política para investigación y desarrollo y otros mecanismos institucionales como la creación de una Comisión Nacional de Informática,

Telecomunicaciones y Electrónica (CONITE)⁵¹. Se trató de una política fuertemente industrialista que abarcaba sectores disímiles –desde la informática hasta las telecomunicaciones-, pero agrupadas en un mismo complejo industrial-tecnológico que se pretendía articular. A pesar de algunas iniciativas concretas que el gobierno tomó a partir de estas recomendaciones, diversos factores institucionales y económicos condujeron a su fracaso hacia fines de los ‘80⁵². Entre ellos, cabe destacar un contexto caracterizado por una reestructuración regresiva, el deterioro del estado y un patrón de acumulación centrado en la valorización e internacionalización financiera (Azpiazu *et al.* 1989), que se intensificaron luego en los ‘90 desalentando las actividades de alto riesgo tecnológico. Un aspecto muy particular que es importante tener en cuenta con relación a esta política, es que la producción de “software” no era considerada una actividad industrial. Esta limitación estaba impuesta por la reglamentación de la ley general sobre promoción industrial (Ley 21608). Por lo tanto ninguna empresa de software era elegible para el régimen de promoción impulsado en ese período.

Siguiendo también las recomendaciones de la Comisión Nacional de Informática, la creación de la ESLAI fue una respuesta a las demandas de la comunidad científica de “superar el atraso” que tenía la Argentina con relación a la calificación de recursos humanos, ya que no se contaba entonces con docentes con formación de posgrado, ni grupos de investigación consolidados, ni equipamiento, ni bibliografía adecuados⁵³. La ESLAI tuvo un fuerte impulso de profesionales exiliados por la dictadura

⁵¹ Concretamente los ejes del informe incluían: desarrollo industrial, desarrollo del software, comercialización y política de usuarios, investigación y desarrollo, formación de técnicos y especialistas, política informática en la Administración Pública, informática en las escuelas, flujo internacional de datos e instrumentos institucionales.

⁵² Los detalles sobre esta política y las condiciones de su fracaso fueron analizadas en profundidad en dos trabajos: Azpiazu, Daniel, Basualdo, Eduardo y Nochteff, Hugo (1989). *La política industrial informática en Argentina*. Buenos Aires: FLACSO, y Azpiazu, Aaniel; Basualdo, Eduardo m.; Nochteff, Hugo; (1990). *Política industrial y desarrollo reciente de la informática en la Argentina.*, Buenos Aires, Documento de Trabajo, 145 .

⁵³ Años más tarde esta comunidad aún sostendrá que antes de la creación de esta escuela “...el deterioro y la desactualización eran ya de un nivel tal que la única solución era la de contar con cuadros de investigación y docencia formados en el exterior o iniciar programas con un alto porcentaje de investigadores visitantes extranjeros.”SADIO (2003). *Newsletter Número 8*. Buenos Aires: SADIO.

militar que regresaron con la llegada de la democracia y quisieron aportar sus conocimientos. Se intentó seguir un modelo muy similar al del Instituto Balseiro, otorgando becas a un número limitado de estudiantes con dedicación exclusiva para realizar los tres últimos años de su carrera de grado en un ambiente de excelencia (SADIO 2003). La escuela funcionó normalmente por cuatro años, entre 1985 y 1989, y contó con recursos financieros y profesores provenientes del exterior, lo que pretendía darle cierta estabilidad frente a los vaivenes locales. Sin embargo, esto no fue posible y tras el cambio de gobierno se limitaron las transferencias de fondos, ocasionando el cierre de la ESLAI en septiembre de 1990⁵⁴.

En síntesis, se puede afirmar que durante los '80 se intentó dar impulso al sector industrial y a la formación de profesionales en el área de informática. Estos intentos se vieron frustrados por la política económica impulsada por el nuevo gobierno a partir de 1989.

Una serie de nuevas medidas gubernamentales, muy diferentes a las anteriores, se desarrollaron a partir de 1997, en el marco del proceso de privatización del sector de comunicaciones. Estas medidas, no tuvieron un carácter industrial, sino que estuvieron relacionadas con la provisión de "acceso" a la población, mediante la mejora de la infraestructura de telecomunicaciones y equipamiento informático en centros públicos, hospitales y escuelas. El Decreto 554 de 1997 tenía por objeto "...promover el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones en todo el país, procurando el acceso universal a la misma en condiciones de equidad geográfica y social; estimular el desarrollo de redes nacionales y regionales sobre la base de la infraestructura de telecomunicaciones cuya implementación se propicia; promover el acceso universal a INTERNET y a la tecnología de la información; y promover en el ámbito nacional la constitución de Centros Tecnológicos Comunitarios (CTC) como medios para el cumplimiento de los objetivos de dicho programa."

⁵⁴ Hasta 1989 egresaron en 54 profesionales de la ESLAI, algunos de los cuales continuaron sus estudios de doctorado en el exterior y otros que se insertaron en empresas.

Este Decreto creó el programa “argentin@internet.todos”, bajo la responsabilidad de una Unidad de Coordinación de la Secretaría de Comunicaciones. El programa incluía el Programa Hospitales en Red, Internet 2 Argentina y Escuelas sin Fronteras. La reglamentación de este Decreto se realizó recién en 1999 mediante la Resolución N°10.869/99 de esa Secretaría, en la cual se aprobó el equipamiento necesario para los tres programas, agregando también equipamiento para bibliotecas populares.

En el año 1998 se creó el Programa para el desarrollo de las comunicaciones telemáticas argentin@internet.todos (Decreto 1018/98). Este programa tenía cuatro objetivos: a) promover el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones en todo el país, procurando el acceso universal a la misma en condiciones de equidad geográfica y social; b) estimular el desarrollo de redes nacionales y regionales sobre la base de la infraestructura de telecomunicaciones; c) Promover el acceso universal a Internet y a la tecnología de la información; y d) promover en el ámbito nacional la constitución de “Centros Tecnológicos Comunitarios (CTC)” (Poder Ejecutivo Nacional, 1998). La responsabilidad de “definir, coordinar y supervisar” el programa fue asignada a la Secretaría de Comunicaciones, entonces dependiente de la Presidencia de la Nación. Mediante un segundo Decreto de ese mismo año, se designó también a esta Secretaría como autoridad de aplicación del proyecto “Internet 2 Argentina”, destinado a conectar universidades y centros de investigación a una red mundial.

Claramente, estas iniciativas se concentraron en la disposición de infraestructura que garantizara el acceso de la población a Internet. Estas políticas se circunscribieron al ámbito de la Secretaría de Comunicaciones y estuvieron asimismo vinculadas con acuerdos con la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Este marco institucional restringió el campo de acción a proveer tecnologías que permitieran el uso de Internet como nuevo medio de comunicación, sin atender a la utilidad económica o productiva de estas tecnologías.

Paralelamente, en el ámbito específico de la política científica y tecnológica, no se previeron iniciativas particulares para el desarrollo de las tecnologías

informáticas como campo investigación particular durante estos primeros años. Fue entonces un área de “*non-decision-making*” para la SECyT, coherente con un modelo económico de apertura y liberalización del mercado para estas tecnologías.

El Plan Plurianual de ciencia y tecnología 1998-2000, hizo referencia a la “difusión de tecnologías modernas de información y comunicación” dentro de lo que denominó “políticas de carácter horizontal”. Estas políticas se definieron como “...aquellas que se aplican a la promoción de esfuerzos sistemáticos y articulados de investigación e innovación en todas las actividades económicas, sociales y culturales” (GACTEC, 1997: 30). Al incorporarse en esta categoría, la política no se definió para promover un campo científico y tecnológico particular, sino que se equiparó con otros programas generales como “la promoción de la investigación científica y tecnológica”, “los incentivos fiscales y financieros para el sector privado”, “el mejoramiento de la capacidad tecnológica de las pymes” y la “cooperación internacional”. Tampoco se hizo referencia en este punto a su desarrollo, sino a su difusión, es decir al uso que se podía hacer de ellas.

En definitiva, esta horizontalidad no fue tal, pues quedó acotada a dos temas muy específicos: “la información satelital” y la “interconexión de redes”. Ambos no representaban ninguna novedad, sino programas ya en curso dentro de agencias específicas. Las “tareas” a desarrollar sobre el primer tema eran aquellas que se habían propuesto ya en el “Plan Espacial Nacional”, aprobado en 1994, y que se vinculaban con el fortalecimiento de la infraestructura de comunicaciones y de los sistemas de transmisión de información. Se trataba de mejorar las condiciones de infraestructura en un momento donde se privatizarían las telecomunicaciones.

En cuanto a la interconexión de redes, se planteaba como objetivo “facilitar el acceso a Internet en el país dentro del ámbito académico, científico y educativo”. Para esto se destacaba la necesidad de políticas que impulsaran “...la implementación y utilización de las modernas tecnologías de la información” (GACTEC, 1997: 45). En este campo el plan no definía propuestas concretas, sino algunas ideas muy generales, en su mayoría

orientadas a disponer el acceso y uso de las TIC: poner en marcha el plan estratégico para la expansión de la red previsto por la Secretaría de Comunicaciones, impulsar un esquema de interconexión que se basase en la infraestructura existente para todo el sector educativo, implementar esquemas de capacitación y soporte técnico para las instituciones que se conecten a la red, promover la puesta en circulación de contenidos generados por las instituciones educativas, etc. Por último se mencionaba un punto relacionado con la generación de tecnología sobre el cual no se tomaron luego acciones concretas; “desarrollar software para sistemas de información para el ámbito educativo, incrementando el intercambio tecnológico con el sector productivo” (GACTEC, 1997: 45)

La marginalidad de la informática o de las tecnologías de la información se mantuvo en los planes plurianuales, a pesar de que se fuera tomando conciencia de las necesidades del campo en el país. Un primer indicador de esto último fue el Informe de la Comisión de Ciencias Exactas y Naturales (no biológicas) para el Plan Plurianual 1999-2001. En esta comisión participó uno de los Directores del Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada -cuyos proyectos de cooperación se analizan como caso más adelante- como único experto del área informática. El informe destacó la ausencia de políticas para el campo, a la vez que hizo énfasis en su valor económico, mencionando que “[a] pesar de la ya indiscutida importancia estratégica de esta ciencia y del potencial económico, se observa una ausencia casi absoluta de estímulos de los organismos oficiales de promoción científica ni apoyo real del sector privado” (SECyT, 1999).

Si bien la comisión trabajó sobre “matemática aplicada e Informática”, se elaboró un apartado específico relativo a este último campo, que destacaba las principales debilidades del mismo:

- En el CONICET había sólo 4 investigadores en informática, aunque el organismo no reconocía el área como campo particular.

- En todo el país había 18 doctores en Ciencias de la Computación y aproximadamente el mismo número de magíster.
- Sólo dos doctores y siete magister se habían graduado en Argentina.
- Existían aproximadamente 20 proyectos de investigación, financiados en su mayoría por las mismas universidades. El CONICET no había financiado ninguno y el FONCyT incluía a la informática en conjunto con electrónica. En 1998 no se había financiado ningún proyecto.
- Se habían detectado siete proyectos de cooperación internacional y ocho redes internacionales de investigación.
- Se habían detectado 25 grupos de investigación, la mayoría de ellos no consolidados (4 o 5 años de trabajo)
- Existían cuatro Programas de Doctorado y uno de Maestría acreditados
- Se publicaban alrededor de 120 trabajos por año, de los cuales entre 10 y 20 eran en revistas internacionales.
- No se registraban patentes.
- Se detectaron 10 proyectos de transferencia

Estos datos daban cuenta de la existencia de una comunidad de investigación, activa en términos de proyectos y publicaciones, pero débil en términos de reconocimiento público y formación académica.

A partir de este informe, se lograron establecer tres áreas de vacancia para el plan 1999-2000 relacionados con el desarrollo de software: fundamentos (incluyendo teoría de la computación, complejidad y lógica para computación); desarrollo de sistemas y redes y sistemas distribuidos.

En concreto, lo cierto es que a pesar de estos reclamos, los instrumentos de promoción disponibles, esencialmente FONCyT y CONICET, financiaron un muy bajo número de proyectos en tecnologías informáticas. En ambos casos, el campo se mantuvo unido a otras áreas más consolidadas. En el caso

del FONCyT el área incluía “Tecnologías de la Información, las Comunicaciones y la Electrónica” y en el caso del CONICET se encontraba dentro de “matemática aplicada”.

Con el fin del gobierno menemista y las reformas organizacionales que se desarrollaron a partir del mismo, comenzó una tercera etapa de iniciativas gubernamentales para el sector TIC. En el año 2000 se creó mediante el Decreto 252 el Programa Nacional para la Sociedad de la Información, que absorbió los programas creados anteriormente (argentin@internet.todos y Internet 2 Argentina”). Esta vez se asignó a la Secretaría para la Tecnología, la Ciencia y la Innovación Productiva (SECyT) las responsabilidades de “definición, coordinación y supervisión” que antes tenía la Secretaría de Comunicaciones. El cambio de denominación y de organización, no alteró sin embargo el eje de acción del gobierno, ya que el objetivo del nuevo programa era “...la elaboración las políticas y proyectos que resulten necesarios para difundir información, conocimientos e intercambios mediante la utilización de procesos informáticos” (PEN 2000).

En los años que siguieron, y a partir de la introducción del concepto “sociedad de la información” en la esfera pública, se fue ampliando el alcance de la temática y de la acción del estado. Al principio incluyó las “actividades vinculadas a la incorporación de TIC del Estado Nacional, sus servicios electrónicos y las políticas públicas para la universalización de Internet y otras redes digitales de datos” (Decreto 252/00). Luego incorporó “...el desarrollo del comercio electrónico, la formación de recursos humanos especializados en su gestión, el fomento de las inversiones y el desarrollo, en general, de las telecomunicaciones, la informática, la electrónica, el software y demás tecnologías afines” (Decreto 243/01).

La estructura organizacional para la coordinación del programa siguió cambiando. En el 2001 la coordinación del programa pasó nuevamente al área de Comunicaciones. Al mismo tiempo se elevó la jerarquía del programa que pasó a depender de la Jefatura de Gabinete de Ministros. A este organismo se le encomendó “...la coordinación y supervisión en el ámbito de la Administración Pública Nacional de la política tecnológica

referida a informática, teleinformática o telemática, telecomunicaciones, ‘ofimática’ o ‘burótica’, tecnologías multimedios, instalaciones y comunicaciones asociadas y otros medios y sistemas electrónicos” así como “velar” por la aplicación del marco regulatorio en esta materia” (Decreto 243/01).

Recién en 2003, se reconoció a la industria del software como sector industrial, lo cual posibilitó el desarrollo de medidas de promoción. La ley 25856 instruyó al Poder Ejecutivo para que en las políticas de promoción productiva, vigentes o a regir en el futuro, se considere el diseño, el desarrollo y la elaboración de software.

La secuencia de este relato configura la imagen de la acción estatal para el sector de las tecnologías informáticas en Argentina a través de varios gobiernos. Si bien la historia comenzó en los ‘80 con un proyecto orientado al desarrollo científico e industrial del sector TIC en su conjunto, la sucesión de iniciativas del gobierno menemista alteró esta visión y marcó dos particularidades que tuvieron implicaciones para la cooperación con Alemania. La primera fue la concentración en la utilidad comunicativa de estas tecnologías y su consecuente énfasis en programas que proveyeran “acceso”. La segunda fue la falta de estrategias para el área de investigación y desarrollo, así como para el sector de la industria del software. Ambas particularidades se comprenden en el marco de las políticas neoliberales que llevaron a una creciente desindustrialización del país. Asimismo, dejaron al margen las demandas de la comunidad científica informática que reclamaba un reconocimiento de la autonomía del campo, medidas de promoción de para la investigación y desarrollo y una creciente orientación hacia conocimientos aplicables. Sumado a esto, los permanentes cambios en la coordinación y contenidos de los programas sobre TIC favorecieron la desarticulación de iniciativas.

4.1.2. El tejido discursivo: Las TIC como medio de información.

En el tejido discursivo del gobierno a partir de los '90 pueden identificarse tres hilos: el desarrollo de un proceso global revolucionario, la valoración del acceso a información y el rol del estado en el marco de la liberalización de las telecomunicaciones.

Respecto al primer hilo, en las reglamentaciones elaboradas por el gobierno menemista se advertía que el desarrollo de las TIC era parte de un proceso externo “revolucionario”, de alcance mundial, que era altamente positivo y cuyos beneficios “debía aprovechar la Argentina”. Se destacaba, por ejemplo que “... en todo el mundo, las tecnologías de la informática y las comunicaciones están generando una nueva y profunda revolución basada en la información” y que “...los países que puedan integrarse a esta nueva realidad (...) serán los que recojan los mayores beneficios” (Decreto 554/97). Internet, como espacio de difusión de contenidos se apreciaba como el eje de este proceso. Se destacaba, por ejemplo, que “... Internet representa un claro paradigma de las mejores promesas de la sociedad global, esto es, de la existencia de un soporte ubicuo, flexible, abierto y transparente para el intercambio y difusión de ideas...” (Decreto 554/97). De esa manera, Internet se presentaba como un recurso tecnológico ilimitado y de acceso universal. El intercambio de ideas también tenía una connotación positiva, que era resultaba aceptable en un mundo occidental post-URSS percibido como más integrado y homogéneo. Por el contrario, la apelación a la difusión de ideas había sido, en general, definida como amenaza durante el período de Guerra Fría. Esta idea de transformación social más amplia, se mantuvo también en el discurso del gobierno de la Alianza. En este caso se hacía referencia a que las TIC constituían “...piezas esenciales de la denominada Sociedad de la Información” (Decreto 252/2000), cuya definición no se precisaba, pero remitía también a la “transformación de “los actores sociales”, “sus relaciones” y “los modos de organización y producción”.

Con respecto al segundo hilo, la información se consideraba un bien en si mismo y un impulso para otras transformaciones sociales. Se afirmaba que

“... el progreso tecnológico permite en la actualidad procesar, almacenar, recuperar y transmitir información en cualquiera de sus formas, tanto oral, escrita como visual, acortando las distancias físicas y convirtiéndose en un recurso que modifica en forma revolucionaria el modo de informarse, trabajar, aprender y enseñar” (Decreto 1079/97). Se suponía además que el simple acceso a información podía generar cambios sociales más amplios, al afirmarse, por ejemplo, que “...el aprovechamiento de los instrumentos que la moderna tecnología ofrece, posibilitará la construcción de una sociedad más justa y equilibrada, ofreciendo la información global a mayores sectores de la población” (Decreto 554/97). De modo que se establecía una relación causal directa entre acceso a información, justicia y equidad.

El valor de la información se vinculaba también con el conocimiento. La información se definía como “expresión de conocimiento humano” y las TIC como un medio que permitía el “almacenamiento, sistematización y difusión de este conocimiento” (Decreto 554/97). No se hacía referencia a la generación de conocimientos, a la vez que se consideraba que este proceso mantenía sus “...reglas y métodos relativamente homogéneos a lo largo del tiempo” (Decreto 554/97) y que lo que variaba con el cambio tecnológico de cada momento histórico eran sus sistemas de “almacenamiento, sistematización y difusión”. De este modo, se consideraba a las TIC esencialmente como “medio” de acceso al conocimiento generado en otros lugares y no como parte de procesos de construcción conocimientos. Incluso la SECyT sostenía esta misma idea al mencionar que “[l]as modernas tecnologías y, en particular los satélites y la interconexión de redes, ofrecen la posibilidad de un acceso inédito a la información generada en todo el mundo y permiten difundir velozmente los conocimientos y la información” (GACTEC, 1997: 42). De esta manera, la “información” y el “conocimiento” resultaban valiosos en sí mismos e independientemente de los usos y aplicaciones que posibilitaran. Lo relevante entonces era promover su “distribución” y lo demás vendría por añadidura.

Finalmente, el acceso a información se valoraba también en relación con mayor libertad y democracia. En los documentos del gobierno aparecía reiteradamente una conexión entre el uso de Internet y la libertad de expresión. Se afirmaba, por ejemplo, que "...el servicio de INTERNET es un medio moderno por el cual la sociedad en su conjunto puede expresarse libremente, como asimismo recabar información de igual modo" (Decreto 1079/97). En este sentido, el gobierno incluyó Internet dentro de la garantía constitucional de respeto a la libre expresión, de la misma forma que se aplicaba a otros medios de comunicación. La fuerte idea de libertad implicaba también que el estado no debía intervenir en cuestiones de contenido, aunque sí en la provisión del servicio. Así, se afirmaba que "...el Gobierno Nacional favorece y fomenta el desarrollo de este servicio en todo el país, instrumentando las medidas conducentes para remover los obstáculos que frenan su crecimiento, pero sin interferir en la producción, creación y/o difusión del material que circula por INTERNET de conformidad con el actual marco regulatorio aplicable" (Decreto 1079/97).

En esta conjunción de ideas, aparecía el tercer hilo discursivo que definía los roles del sector público y de del sector privado. La tarea central del gobierno se definió en términos de garantizar el "acceso" de la población a la infraestructura necesaria. Era claro que el gobierno percibía que la falta de acceso de parte de la población a estas tecnologías constituía una amenaza de este proceso global que podía acrecentar las desigualdades existentes. Haciendo referencia a documentos internacionales, el camino elegido se ajustaba a las reglas establecidas en el nivel internacional, entre ellas "promover la competencia" para garantizar "precios razonables y equitativos" y "reglas de interconexión e interoperabilidad del servicio". El estado debía entonces asegurar la equidad y la calidad de los servicios mediante un marco regulatorio adecuado, es decir, un marco que cumpliera con los consensos internacionales y que dejara espacio al libre juego de las fuerzas del mercado. Estos criterios coincidían con el proceso de liberalización de las comunicaciones que se suponía que garantizaba una infraestructura moderna y un buen servicio, mientras que el gobierno

mantenía su responsabilidad de asegurar que toda la población accediera al mismo. En este sentido, se argumentaba por ejemplo que el acceso debía darse “...en condiciones sociales y geográficas equitativas, con tarifas razonables y con parámetros de calidad acordes a las modernas aplicaciones de la multimedia” (Decreto 554/97). De modo que las tareas claves del estado eran promover el “...incentivo a la formación de redes de calidad” y garantizar la universalidad del acceso. La distribución de tareas entre el estado y el sector privado quedaban sintetizadas del siguiente modo: “...el gobierno nacional posee la obligación de promover un servicio universal, especialmente a aquellos con recursos limitados, (...) con la colaboración del sector privado para asegurar que la red esté constituida de la mejor y más eficiente manera” (Decreto 554/97).

Para sintetizar entonces, la definición de la utilidad de las TIC como medio de obtener y difundir información, valiosa por su impacto términos de acceso a conocimientos, intercambio de ideas y ampliación de la libertad, constituyó el discurso predominante en las políticas del gobierno argentino implementadas a partir de 1997 para este gran área. Se entendía que el uso de estas tecnologías era parte de un proceso de transformación social más amplio y de alcance global. Esto condujo a que la atención se concentrara en todos los aspectos relacionados con el acceso a Internet y a que el ámbito de definición de políticas se enmarcara en la Secretaría de Comunicaciones, acompañando el proceso de liberalización de las telecomunicaciones. Si bien se realizaron cambios en el 2000 con el gobierno de la Alianza al referirse a una idea más amplia de “sociedad de la información” y se intentó ampliar el ámbito institucional para el desarrollo de políticas, esta definición se mantuvo constante. Al mismo tiempo, esta definición dejó fuera de la atención política a la industria y los servicios de software, así como a la investigación relativa al sector. Las TIC se trataron esencialmente como un sinónimo de Internet, mientras industria, servicios e investigación fueron áreas de no-decisión.

La preeminencia de este discurso explica en gran medida la orientación de las políticas implementadas y descriptas anteriormente. Esto contrastó con

una perspectiva más amplia del gobierno alemán y una visión diferente sobre la utilidad de las TIC en ese país.

4.2. Alemania.

4.2.1. Políticas implementadas.

El ámbito de definición de políticas para TIC estuvo repartido entre el Ministerio de Economía (BMWí) y el Ministerio de Educación e Investigación (BMBF), siendo el primero encargado de establecer las líneas generales.

El BMWí publicó en 1989 un documento estratégico denominado “*Concepto futuro de la Tecnología de la Información*”. En este documento se desarrollaba un marco general que comprendía varias medidas en distintos campos de acción, principalmente política de investigación y tecnología, política económica, telecomunicaciones, educación y cooperación internacional.

Dentro de este marco en 1992 el BMBF estableció un plan de acción trianual para la promoción de la IyD en tecnologías informáticas (BMFT 1992). La propuesta se articulaba en torno a tres criterios: innovación, integración y concentración. El primero se orientaba a la transformación de nuevos conocimientos en productos y servicios nuevos en el mercado. La integración, se refería a la promoción de proyectos que incluyeran varias instituciones de IyD estatales y privadas. Finalmente, la concentración, implicaba que la promoción estatal se orientaría hacia pocas áreas clave de innovación que tuvieran potencial y amplios efectos económicos. A partir de este criterio se definieron siete áreas centrales, que abarcaron tanto tecnologías como cuestiones sociales vinculadas a su aplicación: tecnologías de silicio *sub-micrónica*, nuevos materiales y tecnologías, Informática, tecnologías de microsistemas; Telecomunicación, TI y mundo del trabajo y, finalmente, evaluación de consecuencias tecnológicas.

También mencionaban posibilidades de aplicación concretas como radio digital, *telecooperación*, vínculos entre TI y biotecnología, transporte seguro y amigable con el ambiente, medioambiente, red de investigación alemana.

En 1995 la política del gobierno tomó un nuevo impulso. Ese año se creó el Consejo para la Investigación, Tecnología e Innovación de la Cancillería, con la misión de presentar una visión integrada sobre las aplicaciones, problemas y áreas de acción en los principales campos de la innovación. Este Consejo estuvo integrado por representantes de la ciencia, la economía, los sindicatos y la política y su primer tema de trabajo fue “Sociedad de la Información: oportunidades, innovaciones y requerimientos”. Las recomendaciones elaboradas en este documento fueron presentadas al Canciller en diciembre de 1995 (Rat für Forschung 1995) y fueron luego tomadas por los documentos del BMWi posteriores y por el plan de acción propuesto como “*Info 2000*” (BMW 1996). Estas recomendaciones abordaban tres temas centrales que se mantuvieron en la base de las políticas de los ministerios.

El primer tema, incluía “*investigación, tecnología y aplicaciones*”. En este punto se consideraba a la innovación y a la infraestructura como sectores estrechamente relacionados. Se sostenía que el punto clave de la política de innovación debía ser el desarrollo de nuevos campos de aplicación de las TIC, como modo de promover también la inversión privada en la expansión de la infraestructura. Es decir cuántas más alternativas de aplicación existieran, más incentivos habría para la expansión de la red de interconexión. El Consejo proponía también adecuar la legislación para promover la innovación en una serie de campos: tecnologías básicas (microelectrónica, software, lenguajes, redes inteligentes, etc.); procedimientos de aplicación (conceptos para empresas virtuales) y mecanismos de desarrollo (estándares para intercambio de datos y trabajo cooperativo, sistema cliente-servidor, tarjetas inteligentes, etc.). También proponía acciones para seis áreas de aplicación, entre ellas industria y servicios (como medio de aumentar la productividad y crear nuevas empresas); administración pública (para impulsar una reforma que ofreciera

mayor flexibilidad y agilidad); telemedicina (para facilitar el acceso y transferencia de información a distancia); transporte (telemática), educación y hogares.

El segundo tema, se refería al desarrollo de un m “*marco jurídico*” que debía promover y facilitar la competencia y la iniciativa privada. Como primera medida proponía la liberalización del mercado de telecomunicaciones, garantizando a su vez el acceso universal. Otros aspectos jurídicos involucraban asegurar la competencia en el área de medios de comunicación, la protección de propiedad intelectual y la protección de datos y seguridad informática.

El tercer tema se concentraba en los “*desafíos sociales y culturales*” que presentaba la difusión de las TIC. Se sostenía que la convergencia de medios en un mundo interconectado, implicaba un cambio cultural para toda la sociedad. En este punto las recomendaciones se centraban en la educación permanente (considerando que los cambios rápidos en las calificaciones hacían necesario un *life-long-learning*), en los efectos sobre editoriales y bibliotecas, en la participación política y en el mundo del trabajo. Particularmente este último aspecto tenía relevancia por la importancia atribuida por el gobierno socialdemócrata al tema del empleo. Se hacía referencia al cambio hacia estructuras empresarias más descentralizadas, al trabajo en red, a la concentración en los ejes de negocio y a la creación de “empresas virtuales”, todos procesos que debían ser facilitados por la aplicación de TIC.

A partir de estas recomendaciones, el gobierno elaboró en 1996 su estrategia para el sector, “*Info 2000. El camino de Alemania hacia la sociedad de la información*” (BMW, 1996). El informe incluyó las recomendaciones de Consejo, a partir del cual se proponía un plan de acción. Este plan incluía campos de acción, tipo de medidas, organismo responsable y plazos, abarcando distintas dimensiones económicas, políticas, sociales, tecnológicas y jurídicas sobre el tema. Estableció además las metas principales del gobierno, que incluían:

- Modernizar y asegurar la posición alemana hacia el futuro, especialmente con relación al desarrollo de nuevos mercados, creación de puestos de trabajo y fortalecimiento de las “fuerzas competitivas” de la economía alemana.
- Desarrollar y adaptar las condiciones de ordenamiento político y jurídico.
- Intensificar el diálogo entre economía y sociedad, para lograr la aceptación de la tecnología y eliminar obstáculos para su aprovechamiento.
- Asegurar iguales condiciones de educación y capacitación introduciendo TI.
- Promover IyD en Tecnologías de la Información de alto nivel, particularmente “...la creación de conocimientos básicos para tecnologías básicas innovadoras y de desarrollo de conocimientos orientados a los campos de aplicación, así como la cooperación entre institutos de investigación, universidades y empresas” (BMW, 1996: 39).
- Promover la inversión privada en la creación y ampliación de infraestructura.
- Aprovechar todas las posibilidades de las TI para la interconexión de la Administración pública, facilitando el acercamiento al ciudadano. Puntualmente, se proponía comenzar con la conexión Berlín-Bonn como proyecto modelo.
- Utilizar las TI en la economía y en campos de aplicación de interés público para la protección del ambiente.
- Garantizar protección de derechos e intereses de trabajadores, consumidores, oferentes y usuarios.
- Mejorar el acceso a resultados actuales de la IyD y a datos de mercado, productos y economías, mediante la creación y ampliación del sistema de información electrónico.

- Articular las medidas nacionales con las de la UE.
- Procurar la convergencia de las iniciativas internacionales hacia la sociedad de la información, facilitada ya entonces por los principios acordados en la Conferencia del G7 sobre Sociedad de la Información en febrero de 1995.

En cuanto a los campos de acción, la mayoría de ellos estuvieron referidos a la creación de un marco jurídico acorde con el funcionamiento de la economía de mercado, que promoviera la iniciativa privada y la competencia⁵⁵ y que a su vez garantizara los derechos de propiedad intelectual y la privacidad de los datos. También se incluyeron “educación”, “diálogo entre ciencia, economía y otros grupos sociales” e “investigación y desarrollo”.

Respecto a este último campo, el BMBF estableció en 1997 un programa de financiamiento para el sector de Tecnologías de la Información que mantenía los tres criterios de 1992 (Innovación, integración, concentración) y definía ocho nuevas prioridades para la innovación (BMBFT, 1997): “teleservicios” intensivos en conocimiento, ciudad del conocimiento y multimedia (“MEDIA@Komm”), interacción hombre-tecnología, comunicaciones móviles multimedia, redes de comunicación innovadoras, visualización del conocimiento, producción innovadora de microchips y confiabilidad en las transacciones comerciales en redes de comunicación abiertas. En las nuevas áreas definidas, persistía la centralidad del desarrollo de tecnologías orientado a aplicaciones de uso económico y una preocupación por mejorar la relación entre estas tecnologías y la sociedad, esencialmente para la creación de empleo.

⁵⁵ En el caso de las telecomunicaciones, esto respondía también a las exigencias de la Unión Europea. Alemania levantaría la ley de monopolio a partir de enero 1998. Esto iría acompañado de apertura de mercado que garantizara competencia asegurando una infraestructura de telecomunicaciones moderna y eficiente, a precios justos. Presuponía que competencia bajaría los precios y facilitaría acceso de todos a TIC, pero si no era así el estado se reservaba derecho de regularlas BMWi (1996). *Info 2000. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft. Bericht der Bundesregierung*. Bonn: Bundesministerium für Wirtschaft..

Estas políticas y la orientación hacia resultados aplicables, tuvieron su correlato en un cambio institucional que se produjo hacia fines de los '90, en el marco de la reforma del sistema de laboratorios públicos. Entre el 2000 y el 2001 el gobierno transfirió un grupo de institutos de tecnologías de la información (GMD) de Helmholtz a la Sociedad Fraunhofer, con el objetivo de “mejorar la traducción de descubrimientos científicos en nuevos productos y procesos.” Pero lo más destacado de esta fusión, era que se pretendía crear el mayor instituto de investigación en TI de toda Europa.

El Centro de Investigación en Tecnologías de la Información (GMD) formaba parte originalmente de los centros de Helmholtz y su actividad se había orientado a la investigación básica. Fue creado en 1968, tenía sedes en San Agustín, Darmstadt y Berlín y trabajaba sobre cuatro áreas de investigación: cálculos paralelos, sistemas multimedia inteligentes, sistemas de comunicación y cooperación y procedimientos de diseño.

A comienzos de los '90, estas líneas de trabajo posicionaban al instituto dentro del campo de lo que se consideraban tecnologías clave para el crecimiento de la economía, donde Alemania percibía su retraso respecto a EEUU y Japón. En 1997 el BMBF destacaba que GMD estaba cambiando hacia una orientación aplicada y los grupos destinatarios de las investigaciones también comenzaron a modificar sus líneas de trabajo: mientras antes se focalizaban principalmente la investigación básica y la vinculación universitaria, a partir de 1996 comenzaron a tender hacia la cooperación con usuarios, principalmente de las empresas. En ese momento, se propuso como meta de mediano plazo contar con un 50% del personal financiado por la cooperación con los sectores económicos y financiar 10% de las aplicaciones de investigación y desarrollo mediante inversiones directas de las empresas.

Los investigadores de GMD enseñaban también en la universidad y se calculaba que el número de contratos con ésta ascendía a 50 por semestre. En 1994 GMD contaba con 1.053 personas empleadas, de las cuales un 76% eran financiadas mediante la promoción institucional del BMBF. También el financiamiento estatal representaba en 1993 y 1994 un 76% en términos de

“apoyo institucional” y un 24% en concepto de “financiación adicional”(cuadro 9).

Cuadro 9: Financiamiento de GMD

	1993 (Mill DM)	%	1994 (Mill DM)	%
Apoyo Institucional	127,0	76,1	130,0	76,0
Financiación adicional	39,8	23,9	41,0	24,0
Total	166,8	100,0	171,0	100,0

Fuente: BMBF, 1997

Esta situación cambió radicalmente entre 2000 y 2001, cuando se llevó a cabo la incorporación de los 8 centros GMD (1250 personas) a la Sociedad Fraunhofer. Con esta integración se constituyó un importante sistema de investigación y desarrollo en el campo de las tecnologías informáticas que contó al principio con 14 centros y alrededor de 2500 trabajadores. La inclusión de estos centros bajo las reglas de Fraunhofer fueron una clara señal de la orientación hacia la investigación aplicada y el trabajo con la industria. Esto también cambió las reglas de financiamiento de los centros de GMD que debieron pasar del 70% de financiamiento estatal al 30%. La nueva modalidad de trabajo y financiamiento implicó una reestructuración de profesionales, muchos de los cuales se trasladaron a las universidades.

4.2.2. El tejido discursivo: Las TIC como factor de competitividad internacional.

La definición de las TIC en Alemania estuvo estrechamente vinculada con la concepción del rol de la ciencia y la tecnología en lo que se consideraba una nueva era post-industrial y que ocasionó las reflexiones y reformas del sistema científico alemán descriptas anteriormente.

A partir de esta orientación el gobierno propuso una visión integral para el desarrollo de TIC que promoviera una mayor vinculación entre investigación, desarrollo, innovación y difusión y una articulación de todos los campos de política pública que influían en la innovación (BMBF 1997).

A fin de comprender este tejido discursivo, se identifican cuatro hilos: la transición hacia un nuevo tipo de sociedad, la relevancia del conocimiento para la economía, la importancia de las TIC para la posición internacional de la economía alemana y la necesidad de un marco jurídico multidimensional.

En cuanto al primer hilo, el gobierno alemán consideró a las TIC como desencadenantes de un “cambio técnico-económico” “comparable con la transición desde la sociedad agraria a la sociedad industrial” (BMWi, 1996). En este caso se trataba de un cambio hacia la “sociedad de la información”, cuya definición se vinculaba con la de “sociedad del conocimiento”. Se definía como “una forma de economía y sociedad, en la cual el recurso “información” y la producción intensiva en conocimiento juegan un rol sobresaliente en las relaciones productivas” (BMWi, 1996: 15). La información, en este caso era valorada en tanto “recurso” para la producción y asociada a la generación de conocimientos. De esta manera, se hacía énfasis en el impacto económico de las TIC .

En el mismo sentido, pero ampliando el concepto, el Consejo para la Investigación, la Tecnología y la Innovación se había referido a la “sociedad de la información” como “...una forma de economía y sociedad en la cual la obtención, almacenamiento, procesamiento, traspaso, difusión y uso de informaciones y conocimientos, unido a las crecientes posibilidades tecnológicas de comunicación interactiva, juegan un rol decisivo.” (Rat für Forschung, 1995:9). Nuevamente, se hacía referencia a dos ámbitos diferenciados, economía y sociedad, que eran luego interrelacionados en lo que se consideraba uno de los factores decisivos para su desarrollo: el mundo del trabajo. De esta manera, se argumentaba que la tecnología, la economía y el mundo del trabajo eran aspectos que desde el gobierno debían abordarse en conjunto para asistir a esta transición social. Otro elemento relevante de esta definición era la reiterada asociación entre información y

conocimiento, haciendo referencia a varios procesos que las TIC hacían posible. Resulta particularmente significativa la referencia a “uso” de los mismos, pues remite también a su aplicación como recurso para la producción.

En cuanto al segundo hilo, el discurso gubernamental de mediados de los '90 para el sector de ciencia y tecnología establecía una clara vinculación entre ciencia, tecnología y sociedad, apelando a una relación de doble vía entre las dos primeras y la última. Es decir, que se reconocía tanto la utilidad del conocimiento para resolver problemas sociales y “mejorar las condiciones futuras”, como la incidencia del ambiente “cultural” y de la “creatividad” de cada sociedad en su desarrollo. En este sentido, se argumentaba que la nueva dinámica del desarrollo se fundaba “en la capacidad y creatividad de la gente, el rendimiento de los descubrimientos científicos y en su capacidad de innovación tecnológica” (BMBF, 1997). Particularmente las referencias a “rendimiento” de la ciencia y a “innovación” respecto a la tecnología, enmarcaban la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad un proceso de desarrollo económico. Ligado a estos dos conceptos, “la gente” resultaba entonces un factor de producción por su capacidad para generar conocimientos. Se apelaba también al conocimiento como motor del desarrollo económico. Esta utilidad económica del conocimiento se reflejaba en la referencia al mismo como una “materia prima multidimensional y de rápida transformación” que se percibía como una manifestación del paso de una “era de la industria a una era de la información” (BMBF, 1997).

Tanto la transición hacia un nuevo tipo de sociedad, como la importancia del conocimiento se percibían en el marco de una competencia global que conforma el tercer hilo. Aparecía entonces en el discurso del gobierno alemán una preocupación central por el posicionamiento mundial del país en el campo científico y tecnológico y particularmente en el sector TIC.

En 1997 se describían “cambios contextuales internos y externos” que representaban un “desafío para Alemania” y que requerían nuevas orientaciones en las políticas del país (BMBF, 1997). En el plano externo, se

daba cuenta de un nuevo escenario internacional, marcado por cambios económicos, entre los que se destacaban la emergencia de los países del Sudeste Asiático, el funcionamiento global de las empresas y la amplia movilidad del conocimiento, capital y productos. Se evaluaba que estos cambios aumentaban la competencia internacional y hacían necesario mejorar la posición del país. Para ello se advertía la necesidad de atender cuestiones internas, particularmente consolidar la unificación entre antiguos y nuevos Länder, reconociendo que estos últimos requerían todavía apoyo del gobierno federal para su reestructuración económica⁵⁶. La idea básica era hacer atractivo “lo local” para competir en un mercado global. Esta preocupación por el posicionamiento del país se reflejó en la sistemática producción de informes sobre “capacidad tecnológica de Alemania” a partir del año 2000. En ellos se destacaba que a pesar de las fortalezas tradicionales del sistema científico y tecnológico alemán, se observaba que Alemania mostraba debilidades de crecimiento en comparación con el resto del mundo. Apelando a datos estadísticos, Alemania se encontraba entre los cuatro últimos puestos del ranking de las veinte naciones más industrializadas. A partir de este dato se interpretaba que la capacidad científica y tecnológica del país no lograba traducirse en crecimiento económico (BMBF, 2000).

El gran problema se hallaba en dos sectores tecnológicos de punta, la biotecnología y la informática, que mostraban una vinculación insuficiente entre ciencia y economía como para conducir a una “capacidad de innovación sistemática, basada en el conocimiento y fundamental en la economía” (BMBF, 1997: 7). La falla era importante porque ambos campos se consideraban centrales para la innovación por su carácter transversal, es decir, su capacidad de aplicarse en distintos sectores económicos.

Para el gobierno, lo fundamental era reconocer las fortalezas y debilidades de Alemania en este proceso y desarrollar estrategias que posicionaran con

⁵⁶ El informe tenía sin embargo el cuidado de advertir que, a pesar de esto, debía tenderse en general al retroceso de las funciones y tareas del Estado.

éxito al país en la competencia económica internacional, contribuyendo así a “asegurar la modernización y el futuro de la posición alemana” (Rat für Forschung, 1995).

Finalmente, el cuarto hilo hacía referencia al rol del estado como creador de un marco jurídico adecuado, que era esencialmente multidimensional. Comprendía, legislación laboral, educación, medios de comunicación, protección de datos, derechos del consumidor, transporte, competencia y acceso a mercados. En particular, las últimas dos áreas resultaban claves, pues exigían la liberalización del sector de telecomunicaciones. Se apelaba en este caso a respetar los principios acordados por el G7 y la Unión Europea, que incluía amplio margen para la iniciativa privada, la competencia y la libertad de acceso al mercado. De esta forma, se definía entonces la tarea del estado como la de “...crear las condiciones marco para alcanzar una competencia funcional” (BMW, 1996:32). Como contrapartida, se especificaba que el acceso universal al servicio de telecomunicaciones debía efectivizarse “mediante medidas regulatorias”, “sólo cuándo en regiones aisladas se encuentre efectivamente una sub-provisión” (BMW, 1996: 33).

Sintetizando entonces, se advertía una valoración esencialmente económica de la utilidad de las TIC. La importancia de estas tecnologías se definía además como factor de competitividad internacional y en el marco de lo que se interpretaba como una transición hacia un nuevo tipo de economía y sociedad, en el cual el conocimiento tenía un rol clave. Estos supuestos explican que el ámbito institucional de coordinación de las políticas para el sector fuera el Ministerio de Economía. Asimismo explica el énfasis puesto en la investigación y desarrollo y en la transferencia de tecnología.

4.3. Comparación de las políticas y discursos en torno a TIC en Argentina y Alemania.

Los tejidos discursivos dominantes en Argentina y Alemania difirieron significativamente, sosteniendo en consecuencia procesos de politización

también diferentes. Mientras el gobierno argentino definió la utilidad de TIC como medio de información y comunicación y enfatizando la “C”, el gobierno alemán las definió en función de su utilidad económica, enfatizando la “T” y con el objetivo de mejorar la posición competitiva del país en el plano internacional.

Cada discurso generó ámbitos institucionales distintos para la elaboración de políticas. Así, mientras en el gobierno argentino la Secretaría de Comunicaciones tuvo un rol predominante y trabajó sobre la provisión de infraestructura para acceder a información, en Alemania fue el Ministerio de Economía el responsable de articular políticas multidimensionales para todo el campo de las TIC, incluyendo un fuerte énfasis en investigación y desarrollo.

En el caso argentino, la definición de utilidad de las TIC y este marco institucional generaron, a durante la segunda mitad de los '90, políticas que se orientaron a proveer acceso mediante la provisión de infraestructura (básicamente computadoras y conexiones a Internet). La meta era que la sociedad en su totalidad pudiera obtener y distribuir información, que se entendía como expresión del conocimiento. De modo que acceder a información se entendía como sinónimo de acceder a conocimiento. Y el simple acceso, independientemente de sus usos y aplicaciones, se entendía como un beneficio en sí mismo. El conjunto de políticas implementadas por el gobierno se orientaron a cumplir este objetivo mediante la distribución de roles entre el sector privado y público. Mientras se confiaba al primero la instalación de tecnologías innovadoras y un buen servicio, el estado se responsabilizaba de crear un marco de libre mercado para las telecomunicaciones y cubrir aspectos de equidad que el mercado no garantizaba tras las privatizaciones.

Asimismo, se promovieron en Argentina actividades limitadas de investigación en el campo de las telecomunicaciones, pero no se desarrollaron políticas de promoción específicas para el campo de la Informática que resultaran en beneficio del sector económico del software y los servicios informáticos, el cual mostraba un importante crecimiento.

Como sector productivo, éste tampoco fue destinatario de medidas de promoción industrial. Se trató por lo tanto un área de “no decisión” que se explica en el contexto económico de reformas neoliberales emprendidas en la década de los ´90.

En cambio, la definición sobre utilidad de las TIC del gobierno alemán y el ámbito institucional que coordinó la definición de políticas, generaron a una estrategia amplia que integraba una diversidad de aspectos, pero cuyo eje fue obtener beneficios para la economía alemana. Estos beneficios se definieron esencialmente en términos de innovación para diversos sectores específicos vinculados a TIC y de generación de empleo (ya fuera por la creación de nuevas empresas, de nuevas formas de trabajo como el “*teletrabajo*” o por la capacitación permanente de recursos humanos en el uso de estas nuevas tecnologías). El problema a resolver en este caso no era la cuestión de acceso y distribución de información, o la ampliación de libertades, sino la generación y aplicación de las tecnologías de información para fines productivos. En el campo de la investigación, se implementó una estrategia orientada a la difusión que comprendió dos elementos: la promoción de proyectos de cooperación entre empresas e instituciones de investigación dirigidos al campo del software dentro de áreas específicas y la integración de los institutos de GMD a la Sociedad Fraunhofer, conformando así la mayor organización europea en este campo.

Los discursos adoptados en cada país reflejaron asimismo los hilos discursivos identificados en el nivel internacional, que también condujeron a diferentes políticas de cooperación.

Paralelamente a estas diferencias significativas, había una coincidencia relativa a la definición de roles entre el sector público y privado, siendo el primero el encargado de crear las condiciones marco para el desarrollo del segundo, con los supuestos beneficios automáticos que generaba este último. Esta coincidencia evidencia la presencia de un “discurso societal global” dominante respecto a los beneficios del libre mercado para todos los países e independientemente de sus particularidades.

Algo similar ocurría con respecto a la visión positiva que ambos gobiernos atribuían a la transformación social que “impulsaban” las TIC. El intercambio de ideas, conocimientos e información se interpretaba como una transformación social positiva, en una sociedad global crecientemente interconectada, donde las fronteras estatales parecían haber perdido relevancia. Sin embargo, a la hora de definir las amenazas que conllevaba esta transformación, Alemania rescató sus fronteras nacionales y estructuró sus políticas para fortalecer su posición económica internacional. En Argentina, el fortalecimiento de la posición local no fue un elemento para la definición de políticas para el sector, al menos durante el período que abarcó la cooperación.

De modo que los procesos de cooperación en el campo de las TIC entre ambos países, pusieron en contacto sistemas políticos y científicos con concepciones y estrategias muy diferentes en el proceso de politización de estas tecnologías. El aspecto más significativo a tener en cuenta es que mientras Alemania consideró en su estrategia la promoción de la investigación y desarrollo en diversos campos tecnológicos que integraban el sistema TIC, en Argentina esta promoción estuvo ausente.

Los elementos descriptos y analizados en este capítulo resultan altamente relevantes para comprender la incidencia de factores locales en el proceso de cooperación que se analiza en el caso elegido. Considerando que este proceso se concibe como “trayectoria socio-técnica”, el análisis y la comparación las particularidades locales permite ampliar la comprensión de los diversos elementos que fueron constituyendo la trayectoria y construir relaciones que permitan identificar una variedad de aspectos interrelacionados de distintas formas en la misma.

V. PROCESOS DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ENTRE ARGENTINA Y ALEMANIA EN EL CAMPO DE LAS TECNOLOGÍAS INFORMÁTICAS. ESTUDIO DE CASO.

Luego de haber descripto y analizado el modo y el contexto en el cual las TIC se transformaron en objeto de la política internacional y nacional, este capítulo analiza el proceso de cooperación entre Argentina y Alemania en este campo. Es precisamente en este proceso donde se pueden observar las vinculaciones entre los niveles mencionados a partir de dos dimensiones: el marco político-institucional creado por los gobiernos y la dinámica de interacción entre grupos de investigación en un caso particular.

El marco político-institucional de la cooperación comprende los acuerdos entre los organismos de ciencia y tecnología de ambos países, relativos a la asignación de recursos, las modalidades y áreas de cooperación, los actores y sus roles, así como procedimientos de presentación, monitoreo y evaluación de proyectos. Este marco se constituyó a partir de identidades e intereses que los gobiernos construyeron a partir de sus percepciones del contexto local e internacional y de sus relaciones mutuas.

La dinámica de interacción entre los grupos se produjo en este marco creado por los estados, abarcando interacciones entre investigadores, conocimientos, tecnologías, recursos, instituciones gubernamentales y, en algunos casos, empresas.

1. El marco político-institucional.

1.1. Origen de la cooperación científica y tecnológica entre Argentina y Alemania.

El marco jurídico de la cooperación científica y tecnológica entre Argentina y Alemania fue establecido en 1969 mediante la firma, en Buenos Aires, de

un “Convenio Básico” que continúa vigente y sin alteraciones hasta la fecha. Este convenio se originó en un contexto internacional marcado por la Guerra Fría, en el cual Estados Unidos y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas ejercían distintas formas de control sobre los países que integraban sus respectivos bloques y fijaban las reglas en el campo de la seguridad internacional, incluyendo las primeras restricciones para las tecnologías aplicables a la industria armamentista, como la energía nuclear.

Asimismo, tras la revolución cubana, la expansión del comunismo en América Latina constituía una amenaza para tanto para Estados Unidos como para los sectores conservadores de los países latinoamericanos. Ante este temor y tras derrocar al gobierno de Arturo Illia, se había establecido en Argentina la denominada “Revolución Argentina”, que comenzó en 1966 con el gobierno cívico-militar de Juan Carlos Onganía, derrocado en 1970.

La política exterior del gobierno de Onganía, calificada como “occidentalismo heterodoxo” (Escudé y Cisneros, 2000), resultaba una síntesis –no exenta de críticas- de las distintas visiones liberales, nacionalistas y desarrollistas que se debatían en el seno del gobierno. Este perfil de política se basaba en un sistema de creencias que afirmaba la pertenencia de la Argentina al bloque occidental –lo cual le permitía atraer créditos y ayuda militar de EEUU-, mientras mantenía a su vez cierta independencia de la política norteamericana. En esta línea, el gobierno buscó ampliar sus relaciones políticas y económicas con otros estados, particularmente con aquellos como Francia y la República Federal de Alemania, que en ese momento histórico se volvieron más críticos de la política exterior de EEUU y pretendían un margen de autonomía más amplio.

Esta política de “occidentalismo heterodoxo” permite comprender mejor los intereses políticos argentinos que llevaron a la firma del convenio con Alemania en 1969, el cual tenía la intención explícita de ampliar el convenio de 1962 entre la Comunidad Europea del Átomo (EURATOM) y el Gobierno Argentino para el aprovechamiento de la energía nuclear con fines pacíficos. Este acuerdo con Alemania se produjo luego de que Argentina

decidiera no ratificar el Tratado para la prohibición de armas nucleares en América Latina (Tlateloco) firmado en 1967 y promovido por EEUU y se negara a firmar el tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) de 1968⁵⁷. Este hecho, limitaba el funcionamiento efectivo del convenio con EURATOM y generaba un relativo aislamiento en temas desarrollo nuclear.

La República Federal de Alemania, por su parte, había experimentado desde la firma del “*Partial Test Ban Treaty*” entre la Unión Soviética y Estados Unidos en 1963⁵⁸ y la propuesta del Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) firmado en 1968, un intenso debate interno y externo con respecto a su política nuclear. A pesar de que el peso de su historia hacía de Alemania un caso especial, el gobierno compartía con varios estados no-nucleares dos críticas respecto al tratado: las restricciones a los programas nucleares de uso civil y la falta de garantías de seguridad para los estados que no poseían armas nucleares. Se argumentaba incluso que el tratado podía impedir el desarrollo tecnológico de Alemania en el campo de la tecnología nuclear cristalizando el plan de Morgenthau de “...transformar a Alemania en un país de campesinos y pastores y que por lo tanto significaba no sólo abstención nuclear y falta de defensa sino un castigo económico”⁵⁹ (Schrafstetter, 2004: 134)

Durante el gobierno de la “Gran Coalición”, el entonces ministro de Relaciones Exteriores, Willy Brandt, se había mostrado favorable a un acuerdo de no proliferación, bajo ciertas condiciones como la no restricción del uso civil de la energía nuclear y la obligación de los superpoderes a desarmarse (Schrafstetter, 2004: 133). Sin embargo, Alemania firmó el Tratado de No Proliferación Nuclear en noviembre de 1969⁶⁰, tras el nombramiento de Brandt como Canciller. Esta decisión fue, por un lado, un medio simbólico para contrabalancear su estrategia de la *Ostpolitik* evitando fricciones dentro el bloque occidental. La *Ostpolitik* buscaba un

⁵⁷ El tratado de Tlateloco fue ratificado por Argentina recién en enero de 1994 y en diciembre de ese mismo año el Congreso aprobó también la adhesión argentina al TNP, ambos hechos enmarcados en una nueva estrategia de política exterior.

⁵⁸ En este sentido, el tratado fue catalogado incluso como un “nuevo Versalles”.

⁵⁹ No obstante, la ratificación se realizaría en mayo de 1975

acercamiento hacia Europa Oriental y un “*modus vivendi*” con Alemania Democrática, que el Canciller entendía que sólo podía lograrse mediante acuerdos con la URSS. Por otro lado, la decisión intentó dar una señal de confiabilidad a los aliados de Alemania, tras la inquietud que provocaba el avance electoral de partidos de extrema derecha.

Lo cierto es que los principios del TNP, ratificado o no, colocaban a Argentina y Alemania dentro de un mismo grupo de estados: aquellos que no poseían armas nucleares y a los cuales se pretendía obligar a no desarrollarlas, limitando a su vez el desarrollo tecnológico para fines pacíficos. No es de extrañar por lo tanto que antes de la firma del acuerdo marco, se haya firmado un convenio previo (octubre de 1969) en que el ambos países afirmaban una posición favorable a la no proliferación de armas nucleares, a la vez que destacaban la necesidad de incluir garantías de seguridad para estados no nucleares en cualquier acuerdo sobre materia de no proliferación (Escudé y Cisneros, 2000). Este acuerdo mencionaba también la intención de concertar un Convenio de Cooperación Científica y Desarrollo Tecnológico que abarcara todos los campos de la investigación científica, incluyendo el aprovechamiento pacífico de la energía nuclear.

Además de estas consideraciones respecto a la coyuntura política de la “*detén*te”, y de la postura de los gobiernos de turno respecto al tema nuclear, es importante tener en cuenta que la cooperación de ambos países en este campo contaba una tradición previa de intercambio científico, particularmente en torno a la formación de varios físicos argentinos en Alemania que sostenía un permanente intercambio entre las comunidades de ambos países⁶¹.

Por otra parte, una serie hechos puntuales dan cuenta de la existencia de intereses económicos argentinos y alemanes en torno a este convenio. Por un lado, el interés del gobierno alemán de apoyar la participación de

⁶¹ Para mayores detalles sobre las relaciones entre científicos argentinos y alemanes en el área nuclear, ver Mariscotti, Mario (1985). *El secreto atómico de Huelmul. Crónica del origen de la energía nuclear en la Argentina*. Buenos Aires: Sudamericana-Planeta, Stanley, Ruth (1999). *Rüstungsmodernisierung durch Wissenschaftsmigration?* Frankfurt am Main: Vervuert.

Siemens en la construcción de la central nuclear de Atucha, luego de que en febrero de 1968 el gobierno argentino autorizara a la Comisión Nacional de Energía Atómica a aceptar la oferta presentada por esa empresa, para la instalación de un reactor alimentado con uranio natural y moderado por agua pesada (Escudé y Cisneros, 2000). También en diciembre de ese año, se concretó un acuerdo entre ambos gobiernos que hacía posible el financiamiento de esta obra, mediante un crédito alemán de 100 millones de dólares (Bra, 1985)⁶². A partir de los acuerdos que favorecieron la exportación de equipamiento alemán y de las reformas liberales iniciadas a fines de los '70, la República Federal de Alemania se transformó en el tercer socio importante del comercio argentino. Los inversores alemanes respondieron rápidamente en la primera fase neoliberal mediante exportaciones de productos intensivos en capital y tecnología.

Más allá de la centralidad cuestión nuclear en ese momento, el convenio dejaba abierta la definición de temas, alcance y realización de la colaboración mediante acuerdos especiales, ya fuera “entre los ministerios competentes o entre los organismos que designaran las partes firmantes”. Este mecanismo institucional, evidenciaba un claro rol del Estado como regulador de los intercambios.

Se firmaron luego cuatro convenios específicos, todos relacionados en el área nuclear y las investigaciones espaciales: uso pacífico de la energía nuclear (julio de 1971 entre el Centro de Investigación Nuclear de Karlsruhe –KfK- y la CNEA); investigación espacial exclusivamente con propósitos pacíficos (abril de 1975, entre el Centro Alemán de Investigación Aeroespacial –DLR- y el Departamento de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Argentina); investigación espacial, energías alternativas, *remote sensing* y otras áreas a decidir dedicadas propósitos pacíficos (noviembre de 1978, entre DLR y CONAE); un convenio sobre intercambio de información técnica y cooperación en el área de seguridad de las instalaciones nucleares (octubre de 1981, entre el Ministerio Federal de Justicia Alemán y la CNEA).

⁶² Esta obra comenzó a funcionar en 1974.

También de acuerdo con el contexto político descrito, el convenio restringía el intercambio de información entre ambos países al ámbito estatal, previendo en su artículo 5º, inc. 2, que “[L]as partes contratantes pueden comunicar las informaciones recibidas a instituciones públicas o a instituciones y empresas de utilidad pública sostenidas por el gobierno y/o instituciones estatales”. También preveía que algunas informaciones podían ser limitadas o excluidas por acuerdos especiales y establecía mecanismos que garantizaban el control del flujo de información. En el inciso 3 del artículo 5º, por ejemplo, se establecía que “[c]ada parte contratante garantizará que las personas autorizadas para recibir informaciones de acuerdo con el presente Convenio o los acuerdos especiales que se concierten para su ejecución no comuniquen dichas informaciones a organismos o personas que no estén autorizadas a recibirlas...”. También el artículo 7º (c) determinaba que el convenio no se aplicaría a “...las informaciones que una de las Partes Contratantes mantenga secreta”, salvo previo consentimiento y regulación en un convenio especial. Como resguardo político ante la limitada comprensión de contenidos científicos o tecnológicos, los gobiernos se desligan de la responsabilidad respecto a la “...exactitud de las informaciones transmitidas”.

Estas restricciones a la circulación de información formaban parte de los mecanismos de seguridad impulsados por el contexto internacional de la Guerra Fría, y una alta centralización política Argentina.

Si bien este marco jurídico continúa vigente para la cooperación en el 2006, la implementación de los proyectos entre instituciones de CyT se fue modificando a partir de reuniones bilaterales posteriores, que fueron ampliando, al menos en términos de intención, la inclusión de actores no estatales y descentralizando los contactos y flujos de información. Al comenzar el período estudiado en 1997, ambos gobiernos coincidieron en destacar “...la importancia de la participación industrial en el marco de la cooperación, comprometiendo al empresariado en la financiación parcial de los proyectos” (SECyT, 1997: 9). Esto entraría en contradicción con el

convenio básico, pero lo cierto es que el “secreto” y el control sobre las intercambios de informaciones no aparecieron en las discusiones de ese año.

Se puede concluir por lo tanto, que como instrumento jurídico de la cooperación, este acuerdo básico sólo tuvo en este período utilidad como expresión de voluntad de ambos Estados y como esquema institucional que preveía que los organismos estatales competentes pudieran acordar los lineamientos particulares de la cooperación. Como se verá más adelante, su vigencia formal, no afectó la dinámica organizacional de la cooperación, una vez establecidos los lineamientos generales en la reunión bilateral de 1997. Algunos de los contenidos del convenio básico, como el secreto o el control estatal quedaron desvinculados, de los procesos de interacción reales.

1.2. Identidades e intereses de Argentina y Alemania para la cooperación científica y tecnológica en los '90.

La intención de ambos países por desarrollar una mayor cooperación en el campo científico y tecnológico, tiene que ser comprendida en el marco los intereses y lineamientos de sus políticas exteriores. Cabe recordar que en este proceso de definición de intereses se analiza en este trabajo como resultado tanto la posición del país en la estructura internacional, como de los sistemas de creencias de sus líderes y de la construcción de identidades estatales.

Durante la gestión de gobierno de Carlos Menem fue claro en Argentina el predominio de ideas neoliberales que condujeron a profundas reformas económicas y a la reducción del estado a sus funciones mínimas. A la luz de estas ideas, el contexto internacional marcado por un creciente proceso de globalización se percibía como una oportunidad para el crecimiento económico de la Argentina.

Las ideas neoliberales dominantes y esta percepción del contexto internacional determinaron una política exterior de creciente apertura. El

giro de la política exterior, tuvo su sustento teórico en los trabajos de Carlos Escudé (1992) a partir del concepto de “realismo periférico”. El punto de partida de su análisis sostenía que desde fines del siglo XIX los gobiernos argentinos, tanto civiles como militares, adoptaron “políticas de poder sin poder”, sosteniendo una confrontación permanente con los Estados Unidos, en cuestiones que no eran relevantes para el interés material del país y tenían por el contrario altos costos⁶³. La propuesta de Escudé incluía aceptar la condición vulnerable y periférica de la Argentina, “borrar la memoria histórica” de confrontación y desarrollar una política pragmática evaluada en función de costos y beneficios y no de principios. Algunas acciones de política exterior del gobierno menemista evidenciaron claramente esta dirección. Entre ellas cabe destacar el alineamiento con EEUU, el establecimiento de un “paraguas sobre la soberanía” en la cuestión de Malvinas, a la vez que se firmaron acuerdos pesqueros con Gran Bretaña, la desactivación del proyecto Cóndor II y la adhesión a los tratados de no proliferación nuclear.

Para Roberto Russell (1997) esta política exterior estaba basada en la definición del interés nacional en términos de desarrollo económico⁶⁴, mientras el gobierno la calificaba como “realista”, “normal” y “pragmática”. Como parte esencial de esta política, se buscaba disminuir la confrontación con los países centrales, objetivo que el gobierno consideraba gran parte cumplido hacia mediados de la década, tras las acciones mencionadas. Por

⁶³ Como antecedentes inmediatos en el gobierno de Alfonsín menciona el mantenimiento de la confrontación con el Reino Unido en la cuestión de Malvinas, el desarrollo del Cóndor II y la no ratificación de los tratados nucleares.

⁶⁴ Russell califica esta política en términos del „estado comerciante“ propuesto por Rosencrance. Este concepto refiere a un país que „coloca el acento en la especialización económica a partir de sus ventajas comparativas y competitivas dinámicas, que actúa como mediador frente a presiones internas e internacionales en un contexto de creciente interdependencia global y subregional“ y que favorece la seguridad colectiva en detrimento de los modelos tradicionales de equilibrio de poder. El modelo es válido para explicar el cambio entre la definición de una política exterior orientada por temas de seguridad, característica del contexto de Guerra Fría, y otra orientada hacia el comercio, acorde al contexto internacional de los 90. Ambas definiciones no constituyen categorías polares, sino diferencias de grado que combinan ambos elementos. El problema es que esta perspectiva presupone un único modelo homogéneo de política exterior orientada por intereses económicos vinculados exclusivamente al comercio. Hay sin embargo gran cantidad y variedad de temas y modelos económicos que pueden conformar esta política con distintos contenidos y orientaciones.

lo tanto, en 1997 las relaciones exteriores debían consolidar la posición “confiable”, “racional” y previsible” del país, adjetivos utilizados con frecuencia en los discursos presidenciales ante el Congreso cuando se refería a la política exterior. Se había iniciado también desde comienzos de la década un intenso proceso de acercamiento y apertura hacia tres áreas geográficas que se consideraron prioritarias: Estados Unidos, los países del MERCOSUR (sumados a Chile y Bolivia) y Europa occidental. La multiplicidad de relaciones con estos países constituía para el gobierno una muestra de la nueva inserción argentina, que evitaba la confrontación y mantenía fricciones sólo en campos que afectaban directamente los intereses económicos de la Argentina (principalmente subsidios a la producción agrícola y trabas al comercio).

Con Alemania se había impulsado un acercamiento político amplio, que incluía la reactivación de la cooperación económica y financiera y el intercambio científico y tecnológico.

Por su parte, la política exterior de Alemania había decidido explícitamente estrechar vínculos con América Latina a partir las reformas políticas y económicas que se estaban implementando en la región⁶⁵.

Es posible rastrear las principales ideas sobre la evolución de la Argentina en trabajos desarrollados por dos instituciones reconocidas e influyentes en el diagnóstico de situaciones y en la definición de contenidos de las políticas: el Instituto Alemán para el Desarrollo -DIE- y la Oficina Nacional de Información sobre Comercio Exterior -Bfai⁶⁶-.

En 1985 el DIE había publicado un trabajo que analizaba la situación Argentina tras el retorno a la democracia y realizaba propuestas para la cooperación entre ambos países. El estudio comenzaba con una crítica a la política de sustitución de importaciones, destacando que durante este largo

⁶⁵ Tanto el Ministerio de Cooperación Económica como el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología habían establecido el marco de acción en documentos denominados “Lateinamerika-Konzept”

⁶⁶ Es importante destacar que en Alemania hay diversas instituciones dedicadas a la investigación y al asesoramiento para la definición de políticas. El encargo de estudios, evaluaciones y desarrollos conceptuales desde el gobierno a estas organizaciones, constituye una práctica común y son tenidos en cuenta para el diseño de políticas.

período de orientación hacia el mercado interno, “la Argentina hizo pocos esfuerzos para mejorar la competitividad de sus empresarios nacionales” (Esser, 1985). También criticaba que el proceso de industrialización fue distorsionado por intereses y conceptos “no industriales” y que, consecuentemente, la política de investigación y tecnología sirvió más a los intereses militares que a los de la economía privada. En general se describía un cuadro crítico del país, con una estructura productiva no-competitiva y alejada del desarrollo tecnológico, sumado a las restricciones que imponía la deuda externa y a imprecisiones sobre el camino que seguiría el nuevo gobierno. El trabajo también, realizaba algunas propuestas sobre el camino a seguir hacia una “nueva industrialización”, basada en una apertura gradual y regulada y acompañada del desarrollo industrial en las “nuevas tecnologías clave”, refiriéndose explícitamente las tecnologías de la información y la comunicación. Estas tecnologías aparecían como un tema importante para la cooperación con Alemania y revelaban un interés político más amplio: la necesidad de sostener la imagen de Alemania como país económica y tecnológicamente relevante, conservando los espacios conquistados. El punto de partida de esta visión era que la carrera tecnológica entre Europa Occidental, Estados Unidos y Japón se había difundido a la Argentina y revelaba que la imagen de Alemania en las nuevas tecnologías era muy débil. La presunción de que el gobierno argentino reorientaría su inversión tecnológica, desde áreas que habían sido importantes para las Fuerzas Armadas –eje tradicional de la cooperación científica y tecnológica alemana- hacia áreas productivas, alimentaba este temor: “Comparado con EEUU y Japón, el sector privado alemán está sub-representado en sectores tecnológicos claves, relevantes para la agricultura y la industria” (Esser, 1985: 49). A partir del interés estratégico de mantener la imagen y la posición ganada por Alemania, se sugería que la cooperación bilateral para el desarrollo debía concentrarse en apoyar los esfuerzos argentinos por reconfigurar su política industrial y tecnológica, con el objeto de mejorar las oportunidades de extender las relaciones económicas bilaterales. También sugería concentrarse en tecnologías de aplicación genérica, particularmente

en el sector electrónico, donde debía promoverse también el contacto entre las asociaciones empresarias.

A partir del gobierno de Carlos Menem, resultó evidente que las especulaciones de este trabajo acerca del giro hacia una “nueva industrialización”, apoyada en el desarrollo tecnológico y con una orientación externa regulada, no se llevaría a cabo. Esto, sin embargo, no afectó el interés global estratégico de Alemania y sumó –al menos desde la perspectiva del gobierno alemán- incentivos para mejorar su posición, especialmente en los procesos de privatización. El problema era, sin embargo, que las empresas alemanas no se arriesgaron a formar parte de estos cambios. Si bien la década comenzó con signos positivos para la relación -en 1991 las importaciones alemanas en argentina crecieron un 14,3% respecto del año anterior- desde 1994 los informes de Bfai comenzaron a registrar algunas debilidades: ese año las exportaciones alemanas cayeron un -5,5% y se afirmaba que el país no había aprovechado en el *Importaufschung* de 1993. A diferencia de los años anteriores se advertía que los productos alemanes habían perdido sectores de mercado y, lo que resultaba más preocupante, “habían perdido valor frente a la competencia del mercado internacional”.

En el caso de Alemania entonces, puede observarse que la relación con Argentina era parte de las relaciones de poder económico que se jugaban en el nivel del sistema internacional entre las principales potencias. Argentina era un espacio más donde Alemania pretendía ejercer su poder estructural y mantener la identidad de país desarrollado, líder industrial y tecnológico, que había construido. De esta forma, el interés de Alemania se constituyó como una relación dinámica entre su posición de poder en el sistema y su definición de identidad estatal. Este interés “sistémico-identitario” constituyó un eje de la política exterior alemana en los '90, en torno a la cual se articularon objetivos económicos y tecnológicos más específicos.

Argentina también tenía un interés sistémico, muy diferente por su carácter de país periférico, carente de poder estructural. Este interés no era, como en el caso alemán, mantener una posición de poder alcanzada, sino obtener

beneficios de la estructura internacional vigente. De acuerdo con la visión del gobierno, Argentina no estaba en condiciones de modificar esta estructura, sino de aceptarla, buscando una “nueva inserción internacional”. La construcción de su identidad se ajustaba entonces al reconocimiento de debilidad y a la aceptación de las capacidades, ideas e instituciones hegemónicas consolidadas en la estructura histórica de la Posguerra Fría. Paralelamente y en concordancia con este reconocimiento, el gobierno definió su estrategia de “borrar el pasado” y buscar alianzas con los países desarrollados, con el objetivo “ingresar al primer mundo”⁶⁷. La posición de debilidad de la Argentina en el sistema y su carácter periférico en las relaciones económicas entró en contradicción, en algunos, con el objetivo de una mayor integración con los países centrales, dando lugar a construcciones de identidad superpuestas⁶⁸.

Los intereses políticos dieron marco a objetivos específicos de ambos países en el campo de la ciencia y la tecnología. En Alemania, la política científica y tecnológica promovida por el BMBF se articulaba con el objetivo de fortalecer la imagen de Alemania en las nuevas tecnologías –en particular Tecnologías de la Información y biotecnología-, donde resultaba evidentemente en desventaja frente a Estados Unidos o Japón. A mediados de los ‘90 resultaba claro para el BMBF que Alemania debía mejorar la posición competitiva del país en un escenario mundial caracterizado por cambios económicos que afectaban su posición científica, tecnológica y económica. En este sentido se explicitaba en el informe anual del BMBF de 1996 que la emergencia de los países de Sudeste Asiático, el funcionamiento global de las empresas y la amplia movilidad del conocimiento, capital y productos, constituía un desafío para la política alemana. La internacionalidad de la ciencia se consideraba crecientemente significativa en la competencia por posiciones científicas y económicas, por lo cual se afirmaba que , “Alemania debe permanecer abierta y atractiva, de modo que

⁶⁷ Se desligó asimismo del grupo de países no-alineados.

⁶⁸ Un ejemplo de esta situación era que mientras se analizaban mecanismos para ingresar a la OCDE como país del “primer mundo”, se solicitaba a Alemania un crédito blando de acuerdo con los niveles de interés concedidos a países en desarrollo para la adquisición de equipamiento de laboratorio para el INTI.

pueda atraer mundialmente las mejores cabezas y con ellas conocimiento científico de punta” (BMBF, 1997: 10). Por este motivo, el gobierno consideraba que tanto las universidades como los institutos de investigación no universitarios debían aumentar su atractivo internacional y modificar su oferta de modo que pudieran atraer estudiantes y científicos extranjeros⁶⁹.

En este informe se hacía también referencia a que Alemania, “como país industrializado”, tenía también la “responsabilidad internacional de colaborar en la solución de problemas globales”, como el crecimiento de la población, las amenazas ecológicas y el círculo vicioso entre pobreza, hambre y enfermedades”, a través de la ciencia y la tecnología (BMBF, 1997). De esta manera, los intereses científicos y tecnológicos se articulaban con el mencionado interés “sistémico”, a partir de la identidad que el país había forjado.

Esta visión, llevó a establecer dos estrategias de cooperación diferenciadas en el campo de la ciencia y la tecnología. La primera, dirigida a los países “industrializados”, se orientaba hacia la disposición de recursos conjuntos, la división de tareas y el intercambio científico. La segunda, dirigida hacia los países “más avanzados del tercer mundo” (*Schwellenländer*), pretendía “ayudarlos a alcanzar sus metas a través de la transferencia de tecnología”. La estrategia era que esta “demostración de la capacidad tecnológica” alemana, facilitaría el acceso a estos mercados para la industria de este país (BMBF, 1997). Para el caso específico de América Latina, se destacaba incluso que la región ofrecía grandes oportunidades a la economía alemana en tanto “los mercados se han abierto, las políticas financiera y económica se han estabilizado y se privatizaron los servicios públicos” (BMBF, 1997). Esto justificaba también la decisión de ampliar los programas de intercambio y desarrollar proyectos con participación industrial.

⁶⁹ Sobre esto se fundamenta también la drástica transformación que comenzará a experimentar el sistema educativo alemán desde fines de la década de 1990 y que continúa profundizándose hasta la actualidad.

Con Argentina se produjo efectivamente una ampliación de la cooperación en el campo científico y tecnológico a partir de 1997 y se explicitó la intención de incluir a empresas en los proyectos de cooperación.

La intención de cooperar con Argentina en el área de Tecnologías de la Información surgió a partir de los contactos de Alemania con instituciones brasileñas, particularmente la cooperación entre la Pontificia Universidad Católica (PUC) de Rio de Janeiro y GMD-First de Berlín. A raíz de estos contactos y antes de acordar la inclusión de este área en la cooperación bilateral, el Ministerio de Educación e Investigación alemán encargó la realización de un informe sobre investigación y desarrollo en tecnologías informáticas en Argentina. Este informe identificó los principales grupos de investigación del país, de modo que en Alemania evaluaron el nivel y las áreas del campo en la Argentina y decidieron impulsar la cooperación.

En el campo de las tecnologías informáticas, la intención planteada por el asesor del del ministerio alemán en el tema, era desarrollar una primera fase de contactos científicos con el objetivo de crear primero una comunidad de investigadores de ambos países. Percibía que la vinculación de empresas en esta cooperación podía ser consecuencia de la creación de esta comunidad y constituía, por lo tanto, un paso posterior (Jähnichen, 2005).

En términos de costo-beneficio, financiar la movilidad de investigadores, era un gasto mínimo dentro del presupuesto alemán para la ciencia y la tecnología, y por lo tanto una apuesta con poco riesgo.

Del lado Argentino, la valoración de la cooperación internacional como política horizontal reflejaba los mismos intereses identificados en los lineamientos de la política exterior. En el Plan Plurianual 1998-2000 se explicitaba el propósito de "...posicionar adecuadamente al país en el contexto internacional globalizado y, al mismo tiempo, regionalizado, para aprovechar mejor las oportunidades que el mismo ofrece y reducir la brecha que nos separa de los países industrializados" (GACTEC, 1997: 45). En este ámbito de la política explícita, la cooperación científica y tecnológica se consideraba un medio para esta mejor "inserción" del país en el mundo y un

instrumento de progreso para “alcanzar” a los países industrializados. En cierta medida, también se reconocían “errores del pasado”, atribuidos a la política, al mencionar la existencia de numerosos acuerdos de cooperación “...cuyo contenido sustantivo no siempre pudo alcanzar el nivel esperado por falta de continuidad e impulso con políticas apropiadas” (GACTEC, 1997: 45). Esta crítica al pasado era acompañada por una señal de cambio que hacía referencia a dos aspectos: el inicio de una “activa política de acuerdos bilaterales” y el hecho de que éstos se basaran en la “cooperación y el co-financiamiento recíprocos de las acciones comunes” (GACTEC, 1997). Este último mecanismo construía una relación simétrica con los países con los cuales se habían establecido acuerdos de cooperación (entre ellos Francia y Alemania), independientemente de las asimetrías de recursos y de planificación en el sector científico y tecnológico.

De acuerdo con las reformas políticas implementadas en el país, el intercambio de expertos a través de la cooperación internacional completaba los instrumentos de la SECyT (FONTAR y FONCyT). Dentro de su nueva estrategia de financiamiento de la investigación, tanto los proyectos locales como los de cooperación se insertaban en un marco de mayor competencia institucional, a partir de criterios de calidad..

No hay elementos que indiquen una estrategia particular para la cooperación con Alemania en el campo de TIC. No es posible por lo tanto detectar intereses específicos en esta área, como en el caso del gobierno alemán.

1.3. La reunión intergubernamental de 1997.

A mediados de los ´80, la crisis de la deuda, las restricciones presupuestarias del Estado Argentino –principal cliente de las empresas alemanas- y la incertidumbre acerca de la nueva política industrial que se implementaría en esta etapa democrática, se contaban entre los factores que creaban incertidumbre entre las empresas alemanas.

La percepción general sobre la economía argentina cambió en los primeros años de la década del ´90. En 1991 un informe de la Agencia Nacional del

Comercio Exterior (Bfai) destacaba que las reformas estructurales, orientadas por un modelo económico neoliberal, habían incrementado la nueva confianza de los actores económicos internos y externos en el futuro del país. Observaba también que no había obstáculos en el corto y mediano plazo para las políticas económicas del gobierno de Menem. Entre 1992 y 1994 los informes de esta institución destacaron especialmente la dinámica de crecimiento y la estabilidad de precios alcanzada.

Esto generó iniciativas de acercamiento concretas en el plano político. Durante la visita del presidente Menem a Alemania en abril de 1991, se firmó un tratado bilateral para la promoción y protección mutua de inversiones de capital. Un año después, se realizó una misión de la Federación de Industrias Alemanas (*Bundesverbandes der Deutschen Industrie –BDI-*), para comprobar *in situ* las posibilidades de inversión, comercio y cooperación, llevándose una impresión positiva. En 1993 y tras el reclamo permanente de las empresas alemanas, se estableció una plataforma de DM 300 millones para cobertura de créditos de exportación a la Argentina con un plazo mayor de un año, a través de la aseguradora Hermes⁷⁰. En junio de 1995 se realizó en Buenos Aires la “Conferencia Latinoamericana de la economía alemana” donde se dieron señales positivas sobre nueva marcha de los empresarios alemanes en Argentina y el MERCOSUR. El ministro de economía Günter Rexrodt y el presidente de la Asociación de la Industria Alemana, Hans Olaf Henil, destacaron las “valientes reformas y la estabilidad alcanzada por la Argentina”, mencionando que era el mejor momento para corregir la imagen negativa de la Argentina existente en Alemania (Bfai, 1997). En esta oportunidad también se destacó la mejora de la posición de Argentina para que las empresas tuvieran un mayor tope en el seguro para inversiones.

⁷⁰ La cobertura Hermes es utilizada por el gobierno alemán para promover exportaciones e inversiones de empresas alemanas, en casos en que los riesgos se consideran muy altos y las empresas no cuentan con una aseguradora de crédito privada.

A partir de estos antecedentes resulta claro que había un renovado interés económico entre ambos países y que se daban pasos concretos de acercamiento. En este contexto, los ministerios de relaciones exteriores tomaron la iniciativa de organizar una “reunión mixta de cooperación”, que se realizó en abril de 1997. La Secretaría de Ciencia y Tecnología Argentina fue también convocada a participar en la reunión junto con su contraparte alemana, el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF). Este fue el momento en que ambos gobiernos definieron el marco político-institucional de la cooperación.

Hasta 1997, la cooperación bilateral entre Argentina y Alemania se había desarrollado en cuatro o cinco áreas, cada una de las cuales tenía un coordinador encargado de definir los proyectos y destinar el financiamiento requerido. Los proyectos se habían visto interrumpidos en muchos casos por falta de financiamiento de la parte argentina, deteriorando la relación con el Ministerio de Educación e Investigación alemán.

En la reunión intergubernamental de 1997 se buscó iniciar una nueva etapa de cooperación, tomando la SECyT el compromiso de cumplir con la contraparte de financiamiento necesaria. Se acordó modificar la modalidad de cooperación, mediante convocatorias abiertas, que en Argentina serían evaluadas en el marco de la Agencia. Otro cambio significativo, fue que mientras hasta ese momento la cooperación financiaba varios rubros (equipamiento, insumos, viajes, etc.), la nueva modalidad cubría solamente el intercambio de expertos. De esta manera, la estrategia de la SECyT era complementar el funcionamiento de los fondos de la Agencia que financiaban estos otros rubros, tanto para la investigación científica, como para el desarrollo tecnológico (Pombo, 2005). Este mecanismo ya era utilizado por Alemania, y les resultaba conveniente por el bajo nivel de inversión requerido.

En esa oportunidad se acordaron seis áreas prioritarias donde focalizar la cooperación y se reunieron también expertos, designados como “coordinadores” de cada área científica definida, quienes discutieron y acordaron propuestas a desarrollar en cada una de ellas. Las áreas definidas

como prioritarias se ajustaron a las que había anticipado el BMBF antes de la reunión y para las cuales había traído expertos: 1) investigación y tecnologías ambientales; 2) investigación marítima y Antártica; 3) tecnologías informáticas; 4) biotecnología y 5) Ciencias de la Tierra. Éstas fueron seleccionadas de las nueve áreas que la SECyT había armado en el “Orden del día”, excluyéndose de este modo la investigación aeroespacial, energía y medicina. Estas últimas parecen haber sido importantes para la Argentina, puesto que la delegación volvió a mencionarlas en un párrafo en el que también aludía al objetivo de “fomentar enfoques interdisciplinarios a fin de integrar proyectos de cierta envergadura”.

El jefe de la delegación alemana fue el Director de Cooperación Internacional del BMBF, Dr. Volker Knoerich, mientras que la SECyT estuvo representada por el Lic. Juan Carlos Del Bello, Secretario de Ciencia y Tecnología de Argentina. Esto marcó una primera distinción que incidió en la construcción del marco político-institucional. Mientras en Argentina la SECyT era una dependencia del ministerio de Cultura y Educación - focalizada en atender los temas de “ciencia y tecnología”, como un sector diferente al de “Educación”- en Alemania la organización del ministerio era transversal a todos los temas educativos, científicos y tecnológicos y el interlocutor en este caso era quien dirigía el área de cooperación internacional. Esta diferencia de funciones y jerarquías entre los interlocutores, marcó posiciones distintas en sus exposiciones y en las identidades que construyeron mutuamente. La parte argentina hizo referencia a las nuevas políticas y a la estructura general del complejo científico y tecnológico y la parte alemana se concentró en los temas de cooperación internacional con Argentina.

La presentación de la SECyT acerca de la política de ciencia y tecnología en Argentina, destacó las reformas recientes de la estructura institucional: la creación del GACTEC, el rol de la SECyT, el aumento de presupuesto, el origen y el tipo de los fondos y el rol de la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica. Esto constituyó una acción de la SECyT dirigida a la delegación alemana que intentaba presentar una nueva imagen del país: un

sistema “abierto basado en la competencia y la calidad”, tal como se registró en el Acta Final de la reunión.

En este Acta los actores definieron el marco para la realización de los proyectos, en base a manifestaciones, reclamos, respuestas y acuerdos de ambas partes.

La primera parte del documento consistió en la “Introducción por los Jefes de Delegación”, reflejando tanto las identidades de los actores como sus intenciones iniciales. Aquí se registraron los aspectos centrales de la presentación de la SECyT anteriormente mencionados marcando el comienzo de una nueva etapa en la relación. Por un lado la SECyT reconoció “algunas dificultades y demoras percibidas en la cooperación científica bilateral en el pasado”. Por otro lado, manifestó “la firme voluntad de trabajar de cara al futuro con competitividad y voluntad política”. También en este punto la SECyT manifestó su interés en la relación con Alemania al referirse a la búsqueda de “cooperación internacional de calidad”, y reconociendo el papel de ese país “por su historia y relevancia”. Por su parte, la delegación alemana expresó su satisfacción por los “cambios favorables experimentados por la Argentina”.

La presentación de la delegación alemana se concentró estrictamente en la cooperación bilateral, centrándose en cinco aspectos muy concretos. En primer lugar, destacó que Argentina jugaba un rol importante en el Concepto del Gobierno Federal hacia América Latina. En segundo lugar, reconoció el desafío para Alemania de mantener el “liderazgo” en la investigación y el “atractivo” para el intercambio de investigadores y científicos;

De esta manera, se manifestaron en este área de vinculación específica las identidades estatales construidas en los '90: Argentina como un país en transformación política y económica hacia mayor previsibilidad y estabilidad, que buscaba reconocimiento y Alemania como un país con experiencia y calidad científica y tecnológica, que buscaba mantener su posición internacional. La construcción mutua de estas identidades hacía

que la cooperación científica y tecnológica resultara posible y relevante para los intereses de cada país

Los tres últimos puntos de la presentación alemana en el acta marcaron los ejes sobre los cuales giró toda la reunión. Señaló las dificultades presupuestarias internas de su país y la necesidad de discutir problemas de financiamiento de la cooperación; enfatizó la importancia de integrar empresas, particularmente pymes, en el campo de la cooperación bilateral; finalmente, destacó la necesidad de fortalecer tres de las seis áreas de cooperación propuestas (informática, biotecnología y geociencias), reconociendo el mayor peso de otras tres (investigación ambiental, tecnologías ambientales e investigación marina y Antártica).

La cuestión del presupuesto fue un punto clave en la discusión y resultó significativo como indicador de la transformación argentina. El problema fue introducido en varios momentos a partir de reclamos de la delegación alemana respecto a dificultades de la Argentina en el pago de viáticos para los intercambios y en el ingreso de equipos científicos. También destacaron que se habían “desperdiciado medios” del presupuesto alemán para la cooperación con Argentina, ya que lo dispuesto en 1996 se aprovechó en un 80%. En todos los casos la delegación argentina replicó reconociendo “inconvenientes en el pasado” y garantizando un mayor compromiso hacia el futuro. En concreto, garantizó el financiamiento de proyectos en curso en el orden de 200 mil dólares que podría “eventualmente” incrementarse un 20%, a lo que Alemania respondió que su parte también podría elevarse en ese porcentaje. En sus respuestas, la delegación Argentina intentó permanentemente subir su apuesta, ya sea ante la posibilidad de más fondos o de más viajes de intercambio para los proyectos en curso. De esta manera intentaba dar mayor confiabilidad a sus interlocutores.

En cuanto a la integración de empresas en los proyectos de cooperación, se explicitaba una coincidencia entre ambas delegaciones en cuanto a “la importancia de la participación industrial”, “comprometiendo al empresario en la financiación parcial de los proyectos” y promoviendo el contacto entre las pequeñas y medianas empresas de ambos países. Si embargo, no se

consideraron las asimetrías y particularidades de sus sistemas productivos y empresariales, no se previeron mecanismos para esta participación, ni se discutió de qué manera esto podía articularse con una modalidad que incluía solamente intercambio de investigadores.

Otro tema relevante del acta, se refirió al modo en que se organizaría la cooperación, a partir de dos mecanismos de articulación entre ambos países. El primero fue la designación asesores científicos de cada país para cada área, que serían “responsables de la estimulación, evaluación y monitoreo de los proyectos, así como de la participación de la industria”. El segundo fue el acuerdo para realizar un calendario de presentación de proyectos y reuniones anuales donde se intercambiaría la lista de proyectos seleccionados. Si bien no es claro en el acta, este intercambio se realizaría posteriormente a través de dos instancias de coordinación: la Dirección de Cooperación Internacional de la SECyT y la Oficina Internacional (IB) del BMBF. Más allá de estos puntos de contacto, se observa que en cada país iba a desarrollarse un proceso interno diferente para la selección de proyectos: la SECyT los introduciría en el mecanismo de evaluación de la Agencia y el BMBF dejaría toda la coordinación en manos de la Oficina Internacional.

La participación de asesores científicos abrió otro espacio de intercambios en el acta, con el objetivo de dotar de contenidos y de un plan de acción más concreto al acuerdo político. Los asesores actuaron como interfase entre política y ciencia. Para el área de TI, el asesor alemán era Stefan Jähnichen, profesional altamente reconocido, prodecano de informática de la Universidad Técnica de Berlín (TUB) y Director del Instituto de Investigación para arquitectura de computadoras y técnica de Software, del Centro de Investigación en Informática de Berlín. En su CV se especificaba que su grupo de investigación en software “...ha adquirido en los últimos años un perfil que refleja no sólo su preocupación sobre la ciencia de la computación en sí misma, sino también sobre sus dominios de aplicación y los problemas actuales de la industria”. Si bien aún no se habían llevado a cabo las reformas en Alemania, era ya evidente el valor otorgado a la

aplicación de resultados obtenidos de la investigación, incluso para los proyectos de cooperación.

Por la parte argentina, se había designado como asesor científico a una persona de mucha menor trayectoria, Mauricio Fernández, de la Red de Interconexión Universitaria de la UBA, pronto reemplazado por Irene Luazó de la Facultad de Exactas de la UBA y finalmente por Gabriela Henning del CONICET. Estas variaciones condujeron a que la figura de asesor científico fuera difusa, tanto para los grupos de investigación local, como para el asesor alemán⁷¹.

Los asesores científicos en tecnología informática (al igual que en los otros campos definidos) discutieron temas concretos para la cooperación, expuestos ante ambas delegaciones y registrados en el Acta Final como “Anexo 4”. Este documento no permite inferir discusiones o divergencias, sino que expresa el consenso alcanzado para focalizar la cooperación en dos temas: la ingeniería de software y las tecnologías de las comunicaciones. El párrafo introductorio otorgaba una importancia central a las tecnologías informáticas, a las que ubicaba como eje de cambios sociales más amplios, reflejando uno de los hilos discursivos dominantes acerca de las TIC: “La tecnología informática es generalmente reconocida como una de las bases para la futura organización de nuestras industrias y de nuestra sociedad”. También aquí se daba un lugar prioritario al software dentro de este proceso y por sobre la importancia del hardware: “El rol decisivo de este proceso de información progresivo estará a cargo del software, es decir los programas que dirigen las computadoras”. Se precisó también entonces la orientación hacia una “utilización práctica de tecnología informática” en el área de ingeniería de software, mencionando algunos campos donde podía aplicarse (control del tráfico, tecnología médica, agricultura, ecología, simulaciones,

⁷¹ Un indicador de la falta de constancia argentina se observa en la definición tardía y coyuntural de los representantes en el taller realizado en Alemania en 1999. En el programa final impreso de este taller, donde se incluyeron detalles de los proyectos y la agenda de presentaciones de Argentina y Brasil, figura “NN” para todos los paneles donde intervenían las autoridades gubernamentales de la SECyT, incluyendo quien cumplía el rol de asesor científico en TI. Otro indicador aún más significativo, es que en todas las entrevistas realizadas a los investigadores, ninguno identificó a Mauricio Fernández en el comienzo.

tecnologías de la automatización). Menor importancia relativa se dio a las tecnologías de las comunicaciones, sobre las cuales se mencionó el impulso en áreas tales como “internet e intranet, comunicaciones móviles utilizando satélites, etc”. El consenso sobre estas áreas tenía sin embargo un espacio para marcar diferencias entre ambos países: se advertía que los proyectos debían ser definidos “reflejando los intereses nacionales de ambos países”. Resulta significativa esta referencia a la idea de “interés nacional”, un concepto esencialmente político, con el que se intentaba preservar ciertas particularidades para la utilidad de la investigación en cada país.

Los asesores propusieron también una serie de pasos concretos para fomentar el contacto entre los grupos de investigación de ambos países y para que fueran ellos mismos los que definieran los tópicos y proyectos de interés mutuo. Se proponía la visita de cinco investigadores argentinos al “workshop brasileño-alemán” que se realizaría ese año en Porto Alegre. También se proponía realizar visitas de investigadores de ambos países y la organización de dos workshops bilaterales: uno para 1998 en Argentina y otro en Alemania en 1999, dependiendo de la aprobación de proyectos surgidos en el primer encuentro. Se supeditaba también el intercambio de investigadores a los resultados del primer workshop, previéndose inicialmente cinco visitas de cada parte entre 1998 y 1999.

A modo de resumen, cabe destacar los principales resultados de las interacciones en este momento. En cuanto a los actores, sus expresiones en el acta definieron la identidad de cada país en función de intereses más amplios: Alemania quería mantener su posición reconocida internacionalmente en ciencia y tecnología y Argentina quería mostrar los cambios realizados hacia una mayor apertura y confiabilidad. Las identidades que quedaron construidas en el acta, en función de los intereses políticos descritos anteriormente, no reflejan las asimetrías estructurales entre los dos países, sino que sus expresiones remitían a una negociación de iguales.

En el acta final las instituciones de gobierno pretendieron fijar un marco de posibilidades, restricciones y expectativas para la cooperación bilateral. En

el caso de las Tecnologías Informáticas, las posibilidades incluyeron: la selección del campo entre las áreas prioritarias, el compromiso de fondos de ambas partes para financiar viajes de intercambio y las propuestas realizadas por los asesores científicos para poner en contacto a los grupos de investigación en distintos workshops. Estas posibilidades favorecieron la dinámica de intercambio entre grupos que no tenían experiencia previa de cooperación. También para el caso argentino, el cambio de modalidad de evaluación de proyectos que se realizaría por concurso a través de la Agencia, brindaba la posibilidad de que la cooperación se abriera a nuevos grupos y no dependiera de la decisión del asesor científico.

La principal restricción estuvo dada por la definición de la modalidad la cooperación, acotada a intercambios científicos y excluyendo otros componentes de los proyectos. Otra restricción, a priori, fue la focalización en dos áreas específicas como la ingeniería de software y tecnologías de las comunicaciones, así como su orientación a la aplicación. Sin embargo esto sería luego más laxo y permitirá incluir grupos del área de matemática y de robótica que sí tenían contactos previos.

En cuanto a las expectativas, la principal fue la intención de involucrar empresas privadas en los proyectos. Esto tuvo el lugar de expectativa y no de restricción, pues no fue un criterio a la hora de seleccionar los proyectos y tampoco estableció cómo se haría. Lo cierto es que era un componente importante de la política explícita de ambos países, que no tuvo en cuenta las diferencias existentes respecto a los sistemas nacionales de innovación y a la estructura del sector en cada país.

2. Las dinámicas de interacción en el proceso de cooperación. Análisis de los proyectos entre el LIFIA y la FH-Konstanz.

Para analizar las dinámicas de interacción entre grupos de investigación, organismos políticos, recursos, tecnologías y conocimientos, se describen y

analizan dos proyectos de cooperación entre el Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA y FH-Konstanz) de la Universidad de La Plata y la *Fachhochschule* Konstanz.

La cooperación entre estas dos organizaciones tuvo lugar dentro del marco político –institucional acordado por los organismos responsables de la política científica y tecnológica en Argentina y Alemania y se desarrolló en forma de dos proyectos que abarcaron desde 1999 hasta el 2003. Para analizar este proceso, se presentan, en primer lugar, las características institucionales de los grupos participantes y luego se describe y analiza la trayectoria socio-técnica de la cooperación.

2.1. Características del Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada (LIFIA y FH-Konstanz)

El Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada fue creado en 1988 en el marco de la “Fundación de la Facultad de Ciencias Exactas” de la Universidad Nacional de La Plata.

Los integrantes del instituto eran profesores y alumnos de la carrera de informática de la UNLP vinculados al grado de la carrera y a la maestría que se dictaba allí. La continuidad entre las tesis de grado y maestría, así como la posibilidad de trabajar en el área de transferencia, favorecía la permanencia de un núcleo estable de investigadores.

Los objetivos del laboratorio fueron planteados en el marco de una concepción lineal de la innovación, que incluía investigación, formación de profesionales y transferencia de resultados. Los objetivos se plantearon del siguiente modo: “desarrollar investigación básica y aplicada de excelencia en diferentes áreas de las ciencias que pudiera ser transferida a la industria local e internacional”; “formar recursos humanos de excelencia para la investigación y el desarrollo de las TI”; y “transferir conocimientos en TI a

la industria y la sociedad en general”⁷². Se esperaba que el LIFIA capacitara investigadores de alto nivel que pudieran realizar investigaciones avanzadas, cuyos resultados fueran transferibles tanto a la industria local como internacional.

A partir de estos objetivos, el LIFIA se estructuró en dos grandes áreas: una de investigación y una de transferencia. Si bien la coexistencia de las dos áreas, sumada a los objetivos explícitos del LIFIA hacían presuponer que había un puente entre la universidad y la empresa, la estructura interna del LIFIA mantuvo una línea divisoria entre investigación y transferencia que dificultó su interconexión. Por un lado, sus directores trabajaban con dedicación exclusiva en docencia e investigación y se involucraban ocasionalmente en los proyectos de transferencia como asesores, si se requerían sus competencias específicas. Por otro lado, había claramente dos grupos de integrantes en el LIFIA (investigación y transferencia) entre los cuales no hubo circulación.⁷³

2.1.1. El área de transferencia.

El área de transferencia de tecnología tenía como objeto la comercialización de desarrollos y servicios. Según relatan sus directores, el hecho de que LIFIA contara con un área de transferencia fue objeto de críticas en el contexto académico de la universidad, donde predominaba una visión de la investigación como tarea esencialmente científica e independiente de la aplicación del conocimiento generado⁷⁴. Esta fue también una de las razones por las cuales LIFIA se creó en el marco de la Fundación y no de la Universidad. Este marco institucional, les daba, además, mayor autonomía y una amplia flexibilidad en el manejo de los ingresos que se obtenían a partir

⁷² www.lifia.info.unlp.edu.ar.

⁷³ En 2004 tenían alrededor de 60 personas trabajando en el área de transferencia y 40 personas en el área de investigación, que no eran las mismas. Sólo ha habido un caso en que una misma persona, Alejandro Fernández, tuvo roles en ambas áreas.

⁷⁴ Como fuera detallado anteriormente, esta posición formaba parte de una cultura científica que desde el CONICET promovía más la orientación teórica que la aplicación práctica del conocimiento y que fuera criticada por la comunidad informática. (Baum, Heintz et al, 2000)

de las actividades de transferencia. Del total de ingresos que LIFIA recibía por estos servicios, el 9% se derivaba a la Facultad de Informática, el 1% a la UNLP, el 2% a la Fundación y el 88% restante quedaba a disposición del instituto de manera rápida y sin restricciones para su uso (Boscherini, 2003)

El área de transferencia no tenía una política comercial definida y una organización articulada para tal fin. En general, sus integrantes (en su mayoría estudiantes), se encargaban de realizar simultáneamente distintas tareas en el ciclo de cada trabajo solicitado: armar los contratos, conocer e interpretar los pedidos de los clientes, elaborar el diseño de software acorde y desarrollar los programas. La información sobre el desarrollo de cada proyecto no era sistemáticamente documentada ni había flujos de difusión internos. Esta forma de trabajo poco sistematizada y sin una división de roles tenía entre sus consecuencias, una sub-utilización de las experiencias como fuente de conocimiento e innovación. El aprendizaje por interacción quedaba limitado a los estudiantes que participaban en los desarrollos y tenía valor como elemento de su formación individual. Es decir, que cada proyecto no se insertaba en un proceso más amplio de acumulación de conocimientos vinculado con el área de investigación específica. Como consecuencia, esta modalidad de trabajo limitaba la generación de aprendizajes interactivos y la acumulación de conocimientos a partir de los desarrollos realizados.

La idea de realimentación y de aprendizaje interactivo no estuvo presente en la ecuación de los directores del LIFIA y no fue un objetivo al crear un sector dedicado a desarrollos y servicios.

En parte, esta ausencia de vinculación se podía explicar a partir de la valoración que los investigadores del LIFIA hacían respecto a la demanda de conocimientos de las empresas locales. Consideraban que ésta tenía un escaso grado de complejidad con relación a los desarrollos teóricos que estaban llevando adelante. Destacaba, por ejemplo, que en Argentina había no más de diez organizaciones -como INVAP o la CONEA- que podían demandar algún trabajo de mayor complejidad (Baum, 2006). Esta percepción los llevó a trabajar principalmente con empresas extranjeras.

Inicialmente la racionalidad de los directores del LIFIA con respecto al área de transferencia era simplemente contar con una fuente de recursos para sostener investigaciones, presencia internacional y la actualización de sus profesionales. Sin embargo, el área fue creciendo y desarrollando una dinámica propia que les exigió mayor atención y una estructura más amplia. Una breve descripción de los principales proyectos desarrollados permite observar este crecimiento.

Los desarrollos realizados antes de iniciarse la cooperación con Alemania se concentraron en dos áreas: servicios financieros y aplicaciones de hipermedia.

En el primer área, el trabajo se desarrolló con la empresa *JP Morgan* a partir de 1994. Esta empresa era de las pocas que en Argentina utilizaban tecnologías orientadas a objetos y particularmente el lenguaje *smalltalk*, áreas de experiencia, afinidad y capacidad del grupo de ingeniería de software del LIFIA. En ese momento, la orientación a objetos estaba muy poco difundida entre las empresas que operaban en Argentina y no percibían el lugar central que ocuparía luego en el sector, con la aparición de JAVA. Este trabajo continuó luego con *Lumina Americas*, un *spin-off* de JP Morgan dedicado a la consultoría y servicios tecnológicos para el sector financiero.

La experiencia adquirida permitió que a partir de 2003 trabajaran con el Banco de Galicia. En este caso hicieron desarrollos de software utilizando el diseño orientado a objetos y dieron cursos de capacitación sobre esta tecnología.

En el área de hipermedia, trabajaron en 1998 en un proyecto educativo con la municipalidad de Buenos Aires. En este caso desarrollaron un ambiente de trabajo multimedia para chicos de escuela primaria que les permitía construir historias, utilizando distintos medios como video, sonido e imágenes. Para este proyecto integraron un equipo interdisciplinario que incluyó lingüistas, educadores y programadores.

A partir de 1999 tanto la investigación como las transferencias en el área de hipermedia se reorientaron hacia aplicaciones web. Entre los proyectos de desarrollo web cabe destacar los siguientes:

- Un sistema de inscripción de alumnos en materias y finales a través de Internet y el manejo administrativo del departamento de alumnos de la Facultad de Agronomía de la UBA.
- Desarrollo de sistemas web y *desktop* para agilizar el sistema de gestión interna y el seguimiento de órdenes de compra y reservas de productos por parte de proveedores y representantes internos de la empresa *Emerson Process Management* (2001-2005)
- Desarrollo de aplicaciones para la administración de grandes tiendas y/o depósitos que permitían el control y publicación en Internet de stock y seguimiento de operaciones de la empresa chilena *Almacenes Paris*.

A partir de 2001 se abrieron dos nuevos campos en el área de transferencia. El primero, “sistemas colaborativos”, estuvo vinculado con la evolución hipermedia-desarrollo web y fue resultado de la cooperación con Alemania. Su alcance en términos de cantidad y volumen de proyectos resultó muy limitado. El segundo fue “juegos y casinos”, donde desarrollaron una importante experiencia que fue creciendo sostenidamente hasta la actualidad. El principal cliente ha sido la empresa americana *ID Interactive*.

2.1.2. El área de investigación en ingeniería de software.

El área de investigación del LIFIA estuvo organizada inicialmente en tres campos. Los mismos fueron definidos en función de la especialidad de cada uno de los directores del LIFIA y varió también según la incorporación de nuevos miembros. Estos campos eran ingeniería de software, métodos formales y teoría, y bases de datos y sistemas de información geográfica⁷⁵. Dentro del área de investigación se describen en particular las líneas de

⁷⁵ Luego de 2000 se agregó “ambientes colaborativos y groupware”, en parte, como consecuencia de uno de los proyectos de cooperación con Alemania.

trabajo del grupo de ingeniería de software, pues las mismas fueron relevantes en los casos de cooperación seleccionados.

La investigación en ingeniería web estaba bajo la dirección de Gustavo Rossi, quien gozaba de prestigio en el desarrollo de software dentro de lo que se conocía como Orientación a Objetos. Se trataba un marco tecnológico para el desarrollo de software que era considerado por los expertos del campo como un “nuevo paradigma”, que había reemplazado al paradigma de “programación estructurada”. Este “paradigma” estaba muy poco difundido en Argentina, tanto en la academia como en la industria.

Para los investigadores del LIFIA, la diferencia principal, entre ambos enfoques era que mientras la programación estructurada estaba orientada por funciones y procedimientos, separados de los datos, la programación con orientación a objetos incluía ambos elementos (funciones y datos) en una misma entidad, un “objeto”. La “granulación” de un programa en objetos independientes permitía la reutilización de éstos en diferentes programas. De esta manera, consideraban que el desarrollo de software se simplificaba, se agilizaba y se volvía más eficiente. Otro beneficio que destacaban de esta tecnología era que facilitaba también el mantenimiento de las aplicaciones, pues podían realizarse correcciones o modificaciones en cualquier objeto, sin que esto impactara en el resto del programa.

Este conjunto de sentidos acerca de lo que era un objeto, su utilidad y sus ventajas para el desarrollo de programas constituía el marco tecnológico en el cual trabajaba el grupo de Rossi. Se trataba además de un conjunto de significados compartidos entre investigadores de diferentes países, acerca de problemas y soluciones que se identificaban como globales y homogéneos para el sector del software. El principal ámbito que nucleaba anualmente a estos investigadores era la *International Conference on Object-Oriented Programming, Systems, Languages and Applications* (OOPSLA). La participación de Rossi e investigadores de su grupo en estos eventos les permitió generar vínculos con otras instituciones e incorporarse a redes internacionales como “SENSO”. Esta red estaba conformada por instituciones científicas de diversos países, esencialmente latinoamericanos

y europeos,⁷⁶ y tenía como objetivo principal el intercambio de graduados. Este objetivo se cumplía a través del “Master Europeo en Ingeniería de Software Orientado a Objetos y Componentes” (EMOOSE), organizado por esta red bajo la coordinación de la *Ecole des Mines de Nantes*, donde tenía lugar. Rossi formaba parte del cuerpo de profesores que dictaban el programa.

Dentro de este marco tecnológico se destacaban dos problemas centrales para el desarrollo de software generados al utilizar una metodología de programación estructurada. El primero eran las dificultades de mantenimiento que generaba la interdependencia de componentes de un programa y, el segundo, la ineficiencia que ocasionaba tener que desarrollar cada programa desde cero. El marco tecnológico de Orientación a Objetos ofrecía una solución a los mismos al proponer una programación “granulada” a partir de objetos independientes y aptos para ser reutilizados en otras aplicaciones.

Adherido a esta marco tecnológico e inserto en la comunidad científica que lo sustentaba, las investigaciones del grupo de Rossi comenzaron en 1996 en el campo de la hipermedia y derivaron en lo que hasta hoy se trabaja en LIFIA como “ingeniería web”⁷⁷. En julio de 1996 Rossi había terminado su tesis doctoral en el Departamento de Informática de la PUC de Río de Janeiro, dirigido por Daniel Schwabe. Su tesis fue uno de los productos de las investigaciones que habían desarrollado juntos sobre el diseño de aplicaciones de hipermedia. Rossi y Schwabe habían elaborado un modelo de diseño que llamaron *Object Oriented Hypermedia Design Model (OOHDM)*. Este resultado se presentó tanto en la tesis de Rossi como en diversas publicaciones conjuntas con Schwabe y otros investigadores de LIFIA y de la PUC realizadas entre 1995 y 1998⁷⁸.

⁷⁶ Argentina, Australia, Bélgica, Brasil, Chile, Colombia, Francia, Alemania, Portugal y los Países Bajos.

⁷⁷ Este fue el nombre que adoptó el área de “ingeniería de software” a partir del 2001.

⁷⁸ En ese entonces, el trabajo en hipermedia consistía básicamente en programas que permitían a un usuario “navegar” en forma no lineal entre distintos nodos de información, presentada en forma de textos, gráficos, audio o video. A mediados de los ‘90, el artefacto más difundido conteniendo programas de hipermedia eran CDs que permitían, por ejemplo,

Cuando Rossi desarrolló su tesis observaba un rápido crecimiento del campo de la hipermedia, especialmente debido a la emergencia de nuevas áreas de aplicación que, según lo planteaba, requerían "...la flexibilidad de la hipermedia unida a una rica variedad de tipo de datos multimedia" (Rossi, 1996). De modo que la construcción de estas aplicaciones presentaba una serie de dificultades que Rossi definió del siguiente modo: "...la construcción de grandes aplicaciones de hipermedia es extremadamente difícil, debido, principalmente, a la combinación de navegación controlada por el usuario con la propia naturaleza de los datos multimedia. Además de esto, una vez que una aplicación está construida, su mantenimiento es complicado" (Rossi, 1996). Otro problema que se sumaba a las dificultades anteriores era que todas las aplicaciones de hipermedia eran construidas desde cero, es decir que no había entonces una reutilización de programas o partes de los mismos.

¿Qué ventajas ofrecía el *Object Oriented Hypermedia Design Model* para resolver estos problemas? El modelo proponía un proceso incremental para la construcción de aplicaciones de hipermedia a partir de cuatro pasos: diseño conceptual, diseño de navegación, diseño de interfases abstractas e implementación (recuadro 4) . El proceso se basaba en las premisas de la orientación a objetos, lo cual permitía obtener "...un conjunto de modelos abstractos, pasibles de ser mapeados para un ambiente de hipermedia" (Rossi, 1996). La principal ventaja del modelo era la separación entre las fases la primera y segunda fase. Rossi argumentaba que la independencia del diseño de navegación simplificaba el mantenimiento de las aplicaciones, pues las modificaciones en esta fase no implicaban una modificación del modelo conceptual (Rossi, 1996)

recorrer un museo o visualizar mapas e información como el conocido "Encarta" .. Aspen Movie Map" había sido el primer programa de hipermedia, desarrollado en 1978 en el marco de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de EEUU (ARPA).

Recuadro 4: Object Oriented Hypermedia Design Model

El diseño conceptual consistía en la construcción de un dominio abstracto usando conceptos primarios como clases, relaciones y subsistemas y mecanismos de abstracción como “generalización” o “agregación”.

El diseño de navegación proveía “contextos de navegación” que permitían a un diseñador, describir de modo abstracto la manera en que un usuario se movería en la aplicación final. La elaboración de estos contextos debía realizarse teniendo en cuenta los tipos de usuarios y sus tareas. Permitía también modelar movimientos en un espacio de navegación utilizando nodos y links, independientemente del modelo conceptual.

El diseño de interfase abstracta, se especificaban qué objetos de interfase serían percibidos por el usuario. Se debía distinguir entre operaciones de navegación y operaciones de interfase, entendiendo que no todo lo que sucedía en las interfases estaba relacionado con la navegación. Se consideraba importante diseñar interfases en un nivel abstracto para lograr, entre otras cosas, independencia del ambiente de implementación (plataforma).

Finalmente, la implementación consistía en transformar el diseño en código, es decir programarlo. En esta fase, debían tenerse en cuenta las particularidades de la plataforma sobre la cuál se programaba

(Rossi, 1996)

Utilizando conceptos de este modelo, uno de los desarrollos de este grupo del LIFIA fue un *framework* de navegación orientado a objetos que llamaron “OO-Navigator”⁷⁹. El objetivo de este desarrollo era mejorar las aplicaciones orientadas a objetos en sistemas de información con “funcionalidad de hipertexto” y crear mejores aplicaciones de hipertexto con el modelo de orientación a objetos. El framework estaba diseñado a partir de una arquitectura de tres niveles –objeto, hipertexto y vista- y sus

⁷⁹ Este fue resultado de la investigación de Alejandra Garrido graduada en la Universidad Nacional de La Plata en 1997.

componentes se definían en el segundo de ellos. De acuerdo con los investigadores del LIFIA, la principal ventaja de este framework era que separaba el modelo de objetos de los aspectos de funcionalidad de hipertexto, de modo similar a la separación entre modelo conceptual y modelo de navegación del OOHDM. De esa manera, se argumentaba que el framework facilitaba la mejora de las aplicaciones orientadas a objetos con funcionalidad de hipertexto, sin interferir en el modelo de objetos (Gonzalez Maciel, 1996).

Hacia 1998, los trabajos de Gustavo Rossi con su grupo de LIFIA y el de Schwabe en la PUC, comenzaron a desplazarse desde el campo de la hipertexto hacia la programación de aplicaciones para la World Wide Web (web). La web, creada en 1992, había tenido una gran expansión a partir de 1995. Como indicador de la misma, cabe destacar que la cantidad de sitios web pasó de 150 en 1994 a 2.450.000 en 1998 (Marin 2000:79). Como consecuencia, la programación para aplicaciones web se presentaba como un inmenso campo a explorar y pasó a ser un área ineludible para cualquier investigador que no quisiera quedar al margen de la evolución de la informática. Rossi y Schwabe entendían a los sitios web como una forma más evolucionada de hipertexto, de modo que consideraban que "...las buenas aplicaciones basadas en la web deben ser, primero que nada, buenas aplicaciones de hipertexto" (Schwabe y Rossi, 1998). La diferencia que encontraban era que, mientras las primeras aplicaciones de hipertexto en CD habían sido pensadas para no ser modificadas, debido a que las características físicas de su soporte no lo permitían, las aplicaciones web se pensaban sobre un soporte más flexible para ser modificadas y enriquecidas con nuevos servicios, además de sumar nuevos elementos de navegación e interfaces adecuadas para las políticas de marketing de las empresas que las utilizaban (Schwabe y Rossi, 1998).

El significado que ambos investigadores dieron a las aplicaciones web como "una forma de hipertexto" les otorgaba reconocimiento dentro de esta nueva área, afirmando que los resultados de sus investigaciones previas podían funcionar también en la web. De esta manera, fundamentaron que el

Object Oriented Hypermedia Design Model resultaba un método adecuado para resolver los nuevos problemas que presentaba el diseño de estas aplicaciones, particularmente por el “alto nivel de abstracción” y los “mecanismos de composición” que proveía.

Tanto en el campo de la hipermedia como de aplicaciones web, los investigadores del grupo de Rossi desarrollaron también importantes trabajos sobre “patrones de diseño”. Definidos como “soluciones abstractas a problemas recurrentes en un contexto”, los investigadores consideraban importantes para facilitar el trabajo de diseñadores y también “construir un vocabulario común” (Rossi, Garrido, Schwabe, 2000).

La evolución de las investigaciones de Rossi a partir de su tesis doctoral y en conjunto con sus colegas de la PUC, marcó la agenda de investigación del grupo de ingeniería de software del LIFIA, de modo que el grupo pasó de investigar aplicaciones de hipermedia en 1996 a investigar aplicaciones web a partir de 1998.

En la trayectoria socio-técnica del grupo, los elementos que promovieron la investigación fueron innovaciones exo-generadas y previamente difundidas internacionalmente en el mercado. La primera habían sido los programas de hipermedia en CD, luego la información multimedia en las páginas web y finalmente los procesos de compras dentro de estas páginas, desarrollados por nuevas empresas llamadas “punto com”, como Amazon. A partir de estas innovaciones, y adhiriendo al marco tecnológico de Orientación a Objetos, la investigación de este grupo del LIFIA había consistido en descubrir, sistematizar y explicitar los elementos que se suponían implícitos en el diseño de estos programas. Los resultados de estas investigaciones fueron sistemas de conceptos y relaciones que explicitaban en forma abstracta y generalizada el modo en que se podía diseñar este tipo de programas, tomando como base y adaptando el *Objet Oriented Hypermedia Design Model* de la tesis doctoral de Rossi. Estos resultados tuvieron la forma de inscripciones científicas que mejoraban y ampliaban este modelo.

De esta manera, la trayectoria puede calificarse como incremental en términos de los conocimientos que se fueron desarrollando, inducida por innovaciones exo-generadas, delimitada por el marco tecnológico de objetos y con resultados en un plano teórico.

2.1.3. El estilo socio-técnico del grupo de investigación en ingeniería de software.

A partir de la descripción precedente, se pueden identificar las principales características del estilo socio-técnico del grupo dirigido por Rossi al momento de iniciar la cooperación en 1998.

En primer lugar, la construcción de la agenda de investigación se realizaba a partir de innovaciones externas al grupo y al ámbito local en el que se desenvolvía y dentro del marco tecnológico de orientación a objetos. La evolución de esta agenda fue traccionada por el ingreso de productos novedosos en el mercado internacional, generados en ámbitos locales particulares y de amplia difusión global. El impacto de estas innovaciones había marcado además el eje de las investigaciones de la comunidad científica a nivel mundial, de modo que investigar en torno a ellas constituía también un criterio de inserción internacional del grupo.

Otras dos características se refieren al tipo de aprendizaje del grupo. Este consistía en “descubrir”, “explicitar” y “modelar” la forma en que se habían construido artefactos, en este caso, aplicaciones de software. La finalidad de la investigación era elaborar inductivamente marcos conceptuales que explicaran cómo diseñar y programar software, a partir de desarrollos ya construidos para aplicaciones específicas. Se producía entonces un aprendizaje a partir de la inducción, abstracción y modelación de aspectos particulares de las tecnologías desarrolladas. Si bien parecería en principio un proceso similar al de ingeniería reversa, la diferencia estaba en que al no tener acceso al código fuente de estos programas y observar sólo su funcionamiento, no se podía desarmar y rearmar un artefacto completo, sino sólo una parte del mismo. De modo que la acción de “descubrir” o “inferir”

aspectos del diseño marcaban la particularidad de este tipo de aprendizaje. Este proceso se podría caracterizar además como un “modelo lineal inverso”, es decir, “de la innovación a la ciencia”, o al menos de artefactos a conceptos. Su particularidad era que partía de innovaciones específicas y exo-generadas para desarrollar luego conceptos y relaciones con pretensiones de universalidad que se difundían en la comunidad científica.

La otra característica del aprendizaje era la exclusión del tipo interactivo. Se podía advertir una tendencia a no transferir los resultados de la investigación y a no considerar por lo tanto la relación usuario-productor como fuente de conocimiento. De este modo, se restringía el espacio para una realimentación entre el desarrollo de conocimientos y la aplicación de resultados, lo cual se reflejaba en una estructura institucional que separaba las áreas de investigación y transferencia. Esta característica se comprende en el marco de la racionalidad de los directores del LIFIA sobre la función que le asignaron a este último área como fuente de ingresos y a la valoración que hacían de una demanda local que consideraban demasiado simple en relación con los conocimientos que ellos generaban.

Otro aspecto relevante del estilo era una modalidad de trabajo que puede calificarse como “orientada por eventos”, esencialmente las conferencias científicas a las cuales se presentaban anualmente. La planificación anual de las investigaciones se orientaba a la producción de presentaciones a los congresos internacionales, principalmente aquellos de Orientación a Objetos. De modo que los objetivos de investigación se consideraban alcanzados con la producción de papers.

Los resultados del aprendizaje eran por lo tanto inscripciones: papers, publicaciones y presentaciones en congresos internacionales.

Un último aspecto de este estilo era el tipo de vinculaciones del grupo. Éstas se constituían mediante la participación de los investigadores en redes internacionales, cuyos integrantes compartían un mismo marco tecnológico de Orientación a Objetos. Esto les permitió formar parte de la maestría en Diseño Orientado a Objetos llamada EMOOSE dictada en Europa. Esta

inserción “hacia fuera” no se veía acompañada de vinculaciones con otros grupos de investigación locales, lo cual los investigadores del LIFIA consideraban como una característica “original” del grupo.

El cuadro 10 sintetiza las principales características del estilo socio-técnico descritas.

Cuadro 10: Características del estilo socio-técnico del LIFIA

Categorías	Descripción
Agenda de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> • Traccionada por innovaciones exogeneradas, dentro del marco tecnológico de orientación a objetos.
Tipos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Abstracción y modelización a partir de innovaciones particulares. • Exclusión de relaciones usuario-productor como fuente de aprendizaje.
Resultados de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Material de difusión científica (papers, publicaciones, presentaciones a congresos internacionales, etc.)
Modalidad de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Orientada por eventos.
Tipo de vinculaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación en redes internacionales a partir de un marco tecnológico compartido

2.2. Características del grupo de la F.H-Konstanz.

2.2.1. Aspectos institucionales.

Para comprender la dinámica del grupo alemán que participó en la cooperación con el LIFIA es importante considerar las particularidades institucionales de las *Fachhochschule* (FH)⁸⁰. Se trata de instituciones de formación de grado, generalmente en áreas técnicas que están orientadas fundamentalmente al ejercicio profesional. Su objetivo no es formar investigadores, sino profesionales que se inserten rápidamente en el trabajo de la industria. Los alumnos de las FH terminan su formación con un trabajo llamado “*Diplom*” que puede hacerse incluso como resultado de la práctica en una empresa. Finalizado el *Diplom*, los estudiantes se insertan en el mercado laboral de las empresas. Esto genera una dinámica muy diferente a la de la universidad alemana, donde los alumnos terminan sus trabajos de “*Magister*” o “*Diplom*” con una orientación más académica, que los habilita en muchos casos a seguir el doctorado. Para ello las universidades cuentan con cargos de investigadores y este sistema hace que exista cierta continuidad en los grupos.

Por el contrario, la dinámica y la función de las FH genera como resultado que no haya grupos permanentes de investigación, pues tampoco hay cargos de investigador. Se trata por lo tanto de grupos coyunturales que se arman y desarman en función de sus trabajos de *Diplom*. Esto a su vez conlleva que el eje de las investigaciones en diferentes períodos esté determinado por las líneas de trabajo de los profesores con dedicación full-time -cuyo cargo es estable en el tiempo-, así como por las posibilidades de financiamiento externo –público o privado- otorgado para proyectos puntuales.

Dadas estas características, los profesores de las FH tienden a ser considerados de menor prestigio académico con relación a aquellos se desempeñan en la universidad. Estas características generales de las FH determinaban, en el caso de la FH-Konstanz, un estilo socio-técnico

⁸⁰ Su equivalente en inglés sería “University of Applied Science” y no tiene equivalente en el caso argentino.

particular y diferente, tanto de las universidades alemanas como del LIFIA en Argentina.

2.2.2. Líneas de investigación sobre frameworks.

El coordinador de los proyectos con LIFIA por parte de la FH-Konstanz fue el Dr. Hans Schmid quien se desempeñaba como profesor de tiempo completo en esa institución desde 1987. Anteriormente, había trabajado durante diez años en IBM-Alemania (1977-1987) en diversas posiciones de gestión, donde también lideró un equipo que trabajaba en la reutilización de software.

En la FH-Konstanz, trabajó en diversos proyectos relacionados con ingeniería de software. El primer proyecto, desarrollado entre 1991 y 1997, fue sobre la automatización de una fábrica modelo CIM⁸¹. El mismo estuvo financiado por el Ministerio de Ciencia e Investigación de Baden Württemberg. En este proyecto desarrolló el concepto de “*Softwarebaukasten*” o “cajas negras” de construcción de software, que contienen componentes de software combinados. La virtud de estas “cajas de software” era que se podían ajustar a distintas demandas de diversas células de fabricación.

El segundo proyecto, tuvo lugar entre 1995 y 1998 y fue financiado por la *Deutsche Forschung Gemeinschaft*. En el mismo, Schmid comenzó a trabajar sobre tecnología y estructura de *frameworks* a partir del diseño orientado a objetos. En el campo de la Informática, un framework puede definirse como una estructura de soporte que organiza distintos elementos de un software y sobre la cual se pueden programar luego distintas aplicaciones. Estas arquitecturas se implementan como programas que contienen algunas acciones generales (los alemanes llamaban

⁸¹ CIM es la sigla de *Computer Integrating Manufacturing*. Se trata de un sistema desarrollado en EEUU para la industria de semiconductores por SEMATECH y con la colaboración de varias empresas que lo integran: IBM, Intel, Motorola, Texas Instrument y National Semiconductor. Su utilidad fue definida por la empresa como una forma de establecer una arquitectura industrial estándar para los complejos sistemas de manufactura, conduciendo a un ambiente del sistema CIM abierto y “multisupplier” (SEMATECH 1998).

Klassframework a esta implementación) y sobre los cuales se construyen otros programas más específicos. De ésta manera, éstos últimos no requieren reproducir aspectos que ya están definidos en el framework.

Como resultado de estos trabajos, Schmid desarrolló un framework llamado OSEFA⁸² cuya traducción sería “Cajas de Software Abiertas Orientadas a Objetos para Plantas de Fabricación”. OSEFA fue desarrollado como un framework para procesos de producción en plantas industriales y comprendía una variedad de componentes, desde aquellos que representaban la lógica del procesamiento de una manufactura hasta aquellos que representaban máquinas y artefactos concretos. OSEFA permitía transformar diferentes requerimientos abstractos relativos al dominio, en una solicitud de servicios para máquinas y artefactos concretos, según la configuración de la célula de fabricación. La estructura de este framework se había desarrollado de un modo inductivo. Para ello habían analizado las aplicaciones específicas dentro de una fábrica modelo de producción integrada por computadora –que incluía una serie de artefactos interconectados como sistemas de transporte, robots, máquinas computarizadas de control numérico, etc.- y habían generalizado sistemáticamente sus comportamientos estándar.

Otros proyectos con empresas incluyeron “Visualización de células de fabricación” (1994-1995), financiado por el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) y “Frameworks para líneas de montaje” (1996-1997), realizado en conjunto con la empresa Robert Bosch de Stuttgart.

Hasta 1997 entonces, el trabajo sobre *frameworks* estaba orientado a su utilización en fábricas industriales con el objetivo de hacer más eficiente el proceso de producción. Dadas las características de esta actividad, el aprendizaje más importante para Schmid, se produjo en el área de procesos o secuencia de actividades, lo que entonces se llamaba comúnmente “flujo de trabajo” (*work flow*) en el campo de la informática.

⁸² Offener Objektorientierter Softwarebaukasten für Fertigungsanlagen

En 1997, Schmid comenzó a trabajar también en el sector de servicios, mediante un proyecto sobre “JAVA y *frameworks* de internet para aplicaciones de negocios”, realizado en conjunto con una empresa de seguros alemana. El objetivo de este proyecto era investigar cómo se podían producir *frameworks* que corrieran en internet para aplicaciones comerciales, utilizando JAVA, que entonces era un lenguaje relativamente nuevo. El trabajo continuó utilizando el diseño de orientación a objetos y concentrándose en procesos, en este caso de servicios a clientes. Desarrollaron para esta empresa un prototipo en Java que podía hacerse correr por Internet tanto “desde dentro” (*in-house*) desde una computadora local, como por representantes de seguros “desde afuera”.

Comenzó entonces la investigación sobre cómo llevar sistemáticamente la flexibilidad y variabilidad requeridas en un proceso de negocios, a un *framework* programado en un lenguaje relativamente nuevo entonces, JAVA, que respondiera además a las demandas de dominios distribuidos⁸³ de Internet.

¿Cuál era el objetivo que movilizaba todo este trabajo sobre desarrollo de *frameworks* y modelos de diseño para software? De acuerdo con la información explícita en los proyectos, Schmid fundamentaba estas investigaciones en la relevancia que el software tenía para el desarrollo de todos los sectores económicos. Destacaba entonces que “...el uso de nuevos productos industriales dependía cada vez más de las características del software inserto en los mismos”. Como consecuencia, la producción de software se había vuelto “...una industria transversal críticamente competitiva y un factor clave de éxito para cualquier sector” (Schmid, 2003 #198).

Schmid fundamentaba así la importancia económica del software y definía luego el principal problema que tenía su desarrollo, posicionando sus argumentos desde la perspectiva del marco tecnológico de Orientación a Objetos. Destacaba entonces que las técnicas convencionales de desarrollo

⁸³ En informática, un dominio es distribuido si tiene componentes de software ejecutándose en diferentes equipos, vinculados en red.

de software no resultaban satisfactorias para la “reutilización” de programas de software y que ésta era necesaria para disminuir los tiempos y costos de producción de aplicaciones y productos específicos (Schmid, 2003 #198). Afirmaba, en consecuencia, que el Diseño Orientado a Objetos ofrecía la solución a este problema y que ya se había insertado en las empresas alemanas que desarrollaban proyectos utilizando los lenguajes C++ y *smalltalk*. En el marco de esta solución ya adoptada en el país, presentaba el desarrollo de frameworks basados en objetos como un medio para mejorar aún más la reutilización de componentes y disminuir los tiempos de introducción de “familias” de aplicaciones en industrias y empresas. Concretamente, destacaba una serie de ventajas de la introducción de frameworks, por ejemplo, la adaptación rápida de aplicaciones o procesos de negocios a cambios en el ambiente o en la organización interna de una empresa, la posibilidad de generar aplicaciones específicas para clientes o productos y la adecuación de aplicaciones a deseos de un cliente o cambios en un producto a un menor costo (Schmid, 2003).

A partir de estos elementos, la trayectoria socio-técnica del grupo de Schmid se construyó a partir de la expansión y adaptación del desarrollo de un framework y el aprendizaje sobre procesos en industrias y servicios. Fue una trayectoria incremental en términos de conocimientos y productos, inducida por las demandas de empresas locales y adherida al marco tecnológico de objetos.

2.2.3. Estilo socio-técnico del grupo de Konstanz.

Tanto la experiencia previa de Schmid en IBM, como los proyectos desarrollados con industrias y la orientación de la Fachhochschule a formar profesionales con habilidades y experiencias prácticas, marcaban un estilo socio-técnico muy diferente al del LIFIA.

La agenda de investigación se construía a partir de tres elementos. En primer lugar, la demanda de las empresas locales con las cuales se acordaban proyectos de desarrollo tecnológico. En segundo lugar, las áreas de

promoción financiadas por instituciones del gobierno local y del federal que también consideraban esta demanda. Ambos elementos se basaban, además, en una noción de utilidad económica del conocimiento, según la cual la función de éste era desarrollar artefactos que satisficieran las necesidades del sector productivo y mejoraran su competitividad. Esta orientación estaba explícita en los fundamentos de los proyectos, donde Schmid destacaba aspectos como “ventajas comparativas”, “disminución de costos”, disminución del “*time-to-market*”, “flexibilidad”. El tercer elemento que satisfacía además estos aspectos económicos eran las ventajas que se le atribuían a la programación orientada a objetos. Se trataba, por lo tanto, de una agenda traccionada por demandas de la industria local y adherida al marco tecnológico de objetos.

Las demandas de la industria local no sólo definían la agenda de investigación, sino que además incidían en la modalidad de trabajo de los investigadores. Las investigaciones se desarrollaban a partir de proyectos, lo cual constituye una segunda característica de estilo. Esta forma de trabajo implicaba planificaciones de mediano plazo, sistematización de la documentación y acumulación de conocimientos explícitos.

A partir de estos proyectos, se realizaba un tipo de aprendizaje interactivo entre las empresas y los investigadores de Konstanz, lo cual marcaba una tercera característica del estilo. Las investigaciones del grupo se proponían transformar conocimientos en tecnologías aplicables en la industria y se generaban en la interacción con necesidades de la misma. De esta manera, el primer *framework* llamado OSEFA se desarrolló interactuando con distintos artefactos de una fábrica de producción integrada por computadora y generalizando, a partir de ello, sus comportamientos. A su vez, los trabajos en ésta y otras plantas de fabricación permitieron que grupo de Konstanz aumentara sus conocimientos sobre procesos o flujo de trabajo. La aplicación de estos conocimientos al sector servicios también se realizó mediante la interacción con una empresa.

Este tipo de aprendizaje y la modalidad de trabajo por proyectos con empresas implicaban que los resultados de las investigaciones del grupo de

Konstanz se materializaban en productos de software -como el *framework OSEFA*- que estuvieran programados. Es decir que, en estos procesos de aprendizaje no bastaba con explicitar el diseño de un software en un papel, sino que era necesario programarlo y hacerlo correr para comprobar si su funcionamiento respondía a las necesidades planteadas por la empresa y realizar los ajustes necesarios.

Finalmente, el estilo se caracterizaba por un predominio de los vínculos locales, tanto con actores públicos (organismos de promoción científica y tecnológica) como privados. Esto no significa que las vinculaciones internacionales no existieran, pues el grupo participaba también en redes internacionales que compartían el marco tecnológico de objetos. Pero el peso relativo de estas vinculaciones en la trayectoria había sido menor.

En el siguiente cuadro se sintetizan las características del estilo de los grupos coordinados por Schmid en comparación con las del grupo de Rossi.

Cuadro 11: Comparación de los estilos socio-técnicos del LIFIA y la FH-Konstanz

Categorías	FH-Konstanz	LIFIA
Agenda de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> • Traccionada por demandas de industria local y adherida a marco tecnológico de Orientación a Objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traccionada por innovaciones exo-generadas
Tipos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Interacciones con artefactos y usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstracción y generalización a partir de innovaciones particulares. • Exclusión de relaciones usuario-productor.
Modalidad de	<ul style="list-style-type: none"> • Orientada por proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientada por eventos.

trabajo		
Resultados de investigación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Programas de software. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material de difusión científica (papers, publicaciones, presentaciones a congresos internacionales, etc.)
Tipo de vinculaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación en redes locales (organismos públicos y empresas). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Participación en redes internacionales a partir de un marco tecnológico compartido

2.3. Trayectoria socio-técnica de la cooperación.

2.3.1. Inicio del contacto y formulación del primer proyecto.

En 1998 Hans Schmid decidió tomar un semestre de investigación, aceptando la invitación de un profesor de informática uruguayo doctorado en Alemania, Pablo Darsch. Ese año pasó dos meses en la Universidad de la República, desde dónde los investigadores locales lo contactaron con el grupo del LIFIA. Schmid estaba particularmente interesado en los trabajos de Gustavo Rossi y Daniel Schwabe sobre el *Object Oriented Hipermedia Desing Model* y decidió visitar el Laboratorio de La Plata. Su estadía en Buenos Aires coincidió con el primer taller de trabajo de la cooperación entre Argentina y Alemania en campo de las Tecnologías de la Información, a partir del cual se abrió un marco de financiamiento para el trabajo conjunto. En el taller, Schmid presentó los trabajos que estaba realizando sobre diseño de frameworks orientado a objetos y su último trabajo sobre patrones. En ese taller, se presentaron también los trabajos que habían realizado Gustavo Rossi y Silvia Garrido sobre el diseño de hipermedia orientado a objetos y patrones de diseño orientado a objetos (OOD).

Tras un breve y no muy profundo conocimiento previo, el taller organizado por los órganos políticos de Argentina y Alemania, fue utilizado para formalizar el contacto y les permitió acceder al mecanismo de financiamiento público para la cooperación. De esta manera, el taller no fue una instancia que generara contactos nuevos, sino un espacio que permitió ampliar la presentación de las investigaciones de cada grupo y posibilitar la inclusión de los mismos en un marco de promoción estatal.

Luego de iniciados los contactos, los directores de cada grupo debieron redactar un proyecto de investigación conjunta, a presentar en cada país antes de una fecha de cierre preestablecida. La no presentación por una de las partes era motivo para que no se considerara el proyecto. Es por eso que en este momento era importante que la interacción entre los grupos científicos fuera fluida y se hubieran identificado intereses compartidos, lo cual, en este caso se había logrado.

El formulario para la presentación de proyectos tenía un formato común para ambos países, con puntos básicos y relativamente amplios⁸⁴. En la “descripción del proyecto” se solicitaban los siguientes puntos:

1. Objetivos y descripción del proyecto
2. Cronograma de fechas y trabajo a desarrollar
3. Distribución de tareas entre las instituciones participantes
4. Razones sobre los beneficios de la cooperación (colaboraciones previas entre las contrapartes en el proyecto, aplicación potencial, beneficios para cada país)
5. Experiencia de las contrapartes, listas de publicación de los proyectos principales (últimas cinco publicaciones en el campo de la investigación de la propuesta)

Si bien el formulario era el mismo, es importante considerar que el proceso de selección era distinto dentro de cada país. En Argentina el proyecto era

⁸⁴ Había sido diseñado por la Dirección de Cooperación Internacional de la SECyT y aceptado por la Oficina Internacional del ministerio alemán Coronel, Alejandro (2004). 'Entrevista realizada el 12 de mayo de 2004'.

recibido por la SECyT y enviado a la Agencia que lo evaluaba siguiendo el mismo procedimiento que para los proyectos con financiamiento local. Primero lo sometían a una “evaluación de pares”, es decir expertos calificados en el área del proyecto presentado, para determinar su calidad. Luego los evaluaba el asesor del área tecnologías informáticas, tomando el resultado de la primera evaluación y agregando el criterio “pertinencia” (acuerdo con las prioridades políticas de la Secretaría y los con ítems de la convocatoria). En Alemania, en cambio, los proyectos eran recibidos por la oficina internacional (IB) del ministerio y consultados directamente con el asesor científico, de un modo más informal, siguiendo un procedimiento interactivo más sencillo, flexible y no burocrático.

Volviendo al formulario, los cuatro primeros ítems (objetivos, cronograma, distribución de tareas y beneficios) se referían específicamente al proyecto a desarrollar, mientras el último buscaba evaluar a los investigadores y sus conocimientos. Este diseño permitía considerar entonces dos tipos de criterios para la selección. Por un lado, se consideraba el prestigio de los coordinadores del proyecto, medido a partir de sus publicaciones. Por otro lado, y más importante aún desde el punto de vista político de la cooperación, se buscaba evaluar “el proyecto” de investigación a desarrollar. El acuerdo entre los gobiernos había sido entonces financiar investigaciones conjuntas, definidas en función de objetivos y resultados esperados, y no intercambios asilados. El requisito de presentar una planificación de objetivos y actividades en un período de tiempo determinado y la distribución de tareas para cada grupo respondía a este criterio. Pero era importante además evaluar el beneficio potencial de los resultados. A tal fin, el punto “razones sobre los beneficios de la cooperación” se redactó de forma tal que pudieran identificarse una serie de indicadores para medir el posible éxito del proyecto. Uno de los indicadores era conocer la historia previa de cooperación –“colaboraciones previas”-, con el cual se intentaba evaluar la viabilidad de la relación, en tanto verificaba que había intereses, contactos y flujos de actividad ya establecidos entre los investigadores. De este modo, el financiamiento público se orientaba a apoyar vinculaciones

que ya estuvieran establecidas, siguiendo un enfoque “de abajo hacia arriba”. Sobre este enfoque se construía la estrategia del gobierno alemán, que consideraba que la cooperación sólo funcionaba cuando había contactos científicos preestablecidos (Zimmermann, 2003). Esto explica por qué en el caso de las tecnologías informáticas que eran un área nueva se habían desarrollado primero dos Workshops. La acción política se posicionaba así como un elemento externo a la definición de contenidos de la investigación conjunta, confiando en gran medida en el libre juego de las relaciones científicas. Sin embargo, el formulario ponía un límite a este libre juego completando este punto con otros dos indicadores para medir la utilidad de los resultados: “aplicación potencial” y “beneficios para cada país”. De esta manera, los gobiernos buscaban promover vinculaciones científicas que generaran resultados aplicables y beneficiosos para el sector productivo. Esta valuación de los resultados se correspondía con las reformas que ambos gobiernos sostenían en el ámbito de la ciencia y la tecnología, promoviendo un sistema de competencia en términos de calidad y la transferencia de resultados de la investigación.

A partir de estos requisitos, los coordinadores de los grupos argentino y alemán construyeron entonces un primer artefacto: el proyecto. El mismo se formuló intentado articular las líneas de trabajo más específicas de cada grupo. El proyecto se denominó “Diseño de *frameworks* orientado a objetos en dominios de aplicación distribuidos (OOrFiDiA)⁸⁵”. El objetivo acordado fue analizar los problemas que surgían cuando se trasladaba la arquitectura de un *framework* local a un dominio distribuido y describir estos problemas en forma de patrones⁸⁶. Utilizando estos patrones, los investigadores proponían desarrollar aplicaciones en diferentes dominios conocidos, entre ellos aplicaciones de negocios, *computer aided manufacturing*, control de procesos e hipermedia. Buscaban también que estas aplicaciones les

⁸⁵ El título en inglés fue “Designing Object-Oriented Frameworks in Distributed Application Domains”.

⁸⁶ En el campo de la ingeniería de software, se denomina “patrones de diseño” a soluciones generales para un problema común en el diseño de software que son replicables. Es sencillamente la descripción de cómo resolver un problema general que puede aplicarse en distintas situaciones.

permitieran evaluar y mejorar los patrones. La meta final era generalizar este proceso desarrollando “reglas para el diseño de los *frameworks*” (LIFIA y FH-Konstanz, 1998).

Bajo este objetivo general, se incluyeron diversos subproyectos que reflejaban otros temas de interés y desarrollos en curso de cada grupo, que quedaron incluidos y débilmente interconectados como una serie de pasos sucesivos (ver recuadro 5).

**Recuadro 5: Diseño de *frameworks* orientado a objetos
en dominios de aplicación distribuidos – Subproyectos.**

1) “Generalización de MVC”: MVC es la sigla de Model View Controller, un patron de diseño desarrollado para desvincular las interfaces gráficas de una aplicación del código que efectivamente hace el trabajo. Las características de los ambientes distribuidos llevan a pensar que las interfaces entre los distintos componentes localizados en distintos equipos, resultaban de suma importancia. Este subproyecto se proponía mejorar el MVC para aplicarlo a ambientes distribuidos. Se preveía su uso y evaluación en dos proyectos: en Argentina se planeaba utilizarlo en un framework para hipermedia desarrollado por LIFIA y en Alemania en un proyecto con una compañía de seguros.

2) “Comunicación entre objetos distribuidos” Tenía el objetivo de analizar dos modelos de distribución: una aplicación de internet con clientes móviles (el objetivo aquí era mantener la funcionalidad del cliente lo más pequeña posible) y una aplicación de intranet con nodos asociados equivalentes. En el proyecto se mencionaba que una primera fase se había completado ya en el lado alemán y que había consistido en el análisis de un medio de distribución llamado Java/RMI. El grupo argentino había comenzado ya a analizar tanto la distribución en internet utilizando tecnología web como si era posible aplicar el MVC generalizado en este ambiente. Un tercer

componente de este subproyecto incluía la utilización, por parte del grupo argentino, de un “paradigma de distribución” desarrollado por Schmid en 1999. El problema que intentaba resolver este “paradigma” era que los medios de distribución como RMI y CORBA mezclaban aspectos de dominio y distribución en las interfases de objetos distribuidos. Esto dificultaba el re-uso porque los “objetos se trataban de manera diferente si eran utilizados en ambientes locales o distribuidos”. El grupo del LIFIA debía además “crear herramientas para automatizar la creación de aplicaciones utilizando el nuevo paradigma” y desarrollar un “conjunto de patrones de diseño para crear aplicaciones utilizando el nuevo paradigma”.

3) ***“Desarrollo de una arquitectura para la estructuración de aplicaciones de negocios distribuidas construidas a partir de componentes que siguen los principios de MVC generalizado”*** tenía como objetivo desarrollar técnicas de integración de componentes a partir de los resultados de proyectos previos, particularmente de la mejora del patron MVC. Se mencionaba que a principios de 1999 se había cumplido un primer paso, analizando los problemas de composición de componentes que representaban “entidades” y “procesos” de negocios en un ambiente local. A partir de ello, habían desarrollado una “arquitectura” prototipo, utilizada para “implementar aplicaciones de negocios de internet entre cliente y servidor”. A partir de este resultado, se proponían entonces obtener un framework para aplicaciones de negocios que incluyera “un conjunto de componentes reusables (entidades y procesos)” y “una descripción, en forma de patrones, de cómo utilizar el framework para crear nuevas aplicaciones”.

4) ***“Framework distribuido”***, proponía analizar los problemas en la distribución de un framework orientado a objetos para hipermedia desarrollado por LIFIA. Este sub-proyecto sería desarrollado por el grupo del LIFIA en dos pasos: extender el framework para ser usado en la www y aplicar patrones estudiados previamente.

5) ***“Imaging framework”*** estaba fuera de toda esta secuencia y reportaba un trabajo realizado previamente al proyecto en colaboración con el profesor uruguayo Pablo Darsch. Tenía el objetivo de desarrollar un framework para

crear aplicaciones de procesamiento de imágenes de plataforma independiente, aplicando el framework OSEFA, desarrollado por Schmid.

El objetivo general y los subproyectos 1 y 2 fueron definidos por la FH-Konstanz y coincidían con un proyecto que el grupo estaba desarrollando localmente sobre *frameworks* para ambientes distribuidos de Internet, junto con una empresa de seguros. Este proyecto local incidió en la definición de las metas del proyecto de cooperación bilateral. Schmid buscó así complementar el trabajo con la empresa alemana, siguiendo la racionalidad de transferir a ésta los conocimientos generados en un espacio de investigación.

Los grupos acordaron que el diseño del framework se hiciera utilizando a una nueva tecnología de programación basada en “componentes”. Esta inquietud surgía a partir de la publicación de un libro, desarrollado por investigadores de Microsoft, que presentaba a los componentes como el método de programación que reemplazaría a objetos⁸⁷. Sin embargo ambos elementos no eran incompatibles y los investigadores argentinos señalaron que los componentes podían diseñarse a partir de objetos. De este modo ambos elementos técnicos podían integrarse en un mismo proyecto.

En la redacción del proyecto incluyeron también los principales temas de interés del LIFIA: el diseño de hipermedia y las aplicaciones web. Ambos temas no tuvieron, sin embargo, un lugar en el nivel de “objetivos”, sino que quedaron acotados a uno de los subproyectos (“*framework* distribuido”). En este caso, la experiencia del LIFIA en el diseño de un *framework* para hipermedia orientado a objetos (el “OO-Navigator) quedaba indirectamente vinculada al objetivo general planteado. Lo que se adecuaba al mismo no era lo que el trabajo había significado en el campo de la hipermedia, sino la

⁸⁷ Se trataba del libro “Component Software - Beyond Object-Oriented Programming” de Clemens Szyperski, Dominik Gruntz y Stephan Murer, sustentando aparentemente una estrategia de posicionamiento de Microsoft como la empresa que haría realidad el sueño de armar programas ensamblando partes. Sun Microsystems lo hizo en realidad con su plataforma J2EE que proveía componentes llamados “Java Beans” y especificaciones para su configuración.

experiencia adquirida por el LIFIA en el diseño de un *framework* utilizando la metodología de orientación a objetos.

La diversidad de elementos que se incluyeron en este primer proyecto, particularmente a partir de la definición de subproyectos, refleja el significado que éste tenía para los directores de los grupos argentino y alemán como un “marco general” para el intercambio. A partir de esta concepción, la cooperación no se desarrolló siguiendo una secuencia lineal marcada por los objetivos y actividades definidos en el formulario. La trayectoria de la cooperación se desarrolló, en cambio, en torno a dos ejes de investigación: el diseño de un framework para procesos de negocios y el análisis de estos procesos en aplicaciones web.

2.3.2. Diseño de un framework para procesos de negocios.

Esta línea de investigación estuvo estrechamente ligada al proyecto del grupo de Konstanz con una empresa de seguros alemana. Los ejemplos presentados en distintos papers en el marco del proyecto hacían referencias a pólizas, clientes, seguros de salud y otros elementos que remiten a actividades de esta empresa. De modo que los procesos de interacción con la misma, a partir de la definición de problemas y soluciones, incidieron en la trayectoria de la cooperación.

Uno de los primeros problemas, que había definido incluso el título del proyecto de cooperación, estaba relacionado con los “estándares de distribución” que se aplicaban a ambientes distribuidos. En este caso, no se trataba de un tema de diseño o de programación de software, sino de lo que Schmid calificaba como un problema de “arquitectura” de un sistema, relativo a la conexión entre sus distintos elementos de hardware y software (Schmid, 2005). A pesar del lugar central que se le dio a este tema en la redacción del proyecto, la solución a este problema no fue un trabajo

conjunto, sino que fue desarrollada por el grupo de Konstanz dentro del subproyecto “comunicación entre objetos distribuidos” (ver recuadro 5).⁸⁸

La investigación conjunta se concentró, en cambio, en diseñar e implementar un *framework* que facilitara el desarrollo de “proceso de negocios” en la empresa de seguros. (ver recuadro 6).

Recuadro 6: Características de un proceso de negocios

Un proceso de negocios incluye habitualmente múltiples usuarios y actividades que tienen lugar en diferentes fragmentos de tiempo. Un proceso se puede descomponer en “procedimientos de negocios”. Un procedimiento es traccionado por un evento externo y produce algún resultado. Por ejemplo, el procedimiento *cambiar la dirección del cliente* es generado por el evento de recibir una carta del cliente solicitando el cambio.

Estos procedimientos se pueden descomponer en distintas “unidades de actividad” que se ejecutan en forma secuencial. El procedimiento controla la secuencia de procesamiento de las unidades de actividad. La secuencia de las unidades de actividad puede depender tanto del resultado de la actividad previa como de la elección del usuario.

Una actividad de negocios (*Activity*) es configurada por una persona en un tiempo y en un lugar. Está frecuentemente integrada por más de un actividad elemental o básica. Éstas pueden componerse, generando así una *Compose Activity*. Por ejemplo, una actividad de negocios “*chequear la validez de una nota bancaria*” (que es también una unidad de actividad) está compuesta por cuatro actividades básicas que se ejecutan como secuencia: *buscar cliente*, *mirar el resultado de la configuración del cliente*, *seleccionar y desplegar la póliza* e *ingresar los resultados de comparar póliza y de la nota bancaria*”.

⁸⁸ El trabajo consistió en analizar los estándares de distribución de la plataforma de Java comúnmente utilizados –RMI y CORBA– y desarrollar lo que llamaron un “paradigma de distribución”, como tecnología alternativa.

Fuente: Schmid, Cristaldi y Jacobson, 2001

El diseño de un framework para procesos de negocios se inició con la estadía de Fernando Simonazzi del LIFIA en 1998 en Konstanz, antes de aprobado el proyecto. En esta oportunidad, desarrollaron con Schmid un primer paper con definiciones acerca de los problemas que presentaba la lógica de un proceso para el diseño de frameworks y aplicaciones de software. Argumentaban entonces que el problema residía en que, en el “estado del arte”, las estructuras de aplicaciones y *frameworks* de negocios no representaban los procesos en forma adecuada. Esto significaba que los procesos no se modelaban de la misma manera que eran descriptos por una comunidad de negocios y se definían, en cambio, como una unidad lógica, sin hacer visible y explícito en el diseño de un programa qué objetos de negocios eran utilizados por las partes lógicas del proceso (Schmid, 1998:191)

Como primer paso para resolver este problema, diferenciaron una serie de conceptos que consideraban necesario expresar en un diseño. Identificaron que un “proceso” estaba integrado por una serie de “procedimientos”, los cuales, a su vez, consistían en una secuencia de “actividades” a completar. Estas actividades podían a su vez contener “subactividades” cuya ejecución completaba una acción. De esta manera proponían diferenciar y explicitar en el diseño distintos niveles o jerarquías de actividad, afirmando que “..las aplicaciones y los frameworks deben representar procedimientos, actividades y subactividades y su composición en forma explícita” (Schmid, 1998:191)

En este primer trabajo elaboraron una primera y sencilla versión del framework, diseñado como un “árbol” de actividades de negocios. La raíz representaba un procedimiento y las ramas las sub-actividades que contenían objetos. La lógica de negocios que se conformaba durante su ejecución (Schmid y Simonazzi, 1998). También explicitaron en el paper -y luego en

el informe de avance alemán de 1999- que el diseño había sido “probado y validado con una empresa de seguros”.

Sobre esta base de diseño, la actividad de los estudiantes alemanes que participaron de los intercambios en 1999 se concentró en agregar elementos al *framework* o, según lo expresaban, “extenderlo” con nuevas actividades. Así, durante la estadía de J. Steinle y B. Jäger en LIFIA entre abril y diciembre, “extendieron” el *framework* para cubrir dos requerimientos: “finalización temporal y resumen de una actividad”. Si bien este trabajo se desarrolló en La Plata, los estudiantes fueron guiados por el coordinador alemán, quien supervisaba sus trabajos de Diplom, vinculados además al proyecto con la empresa de seguros.

Una segunda versión del *framework*, más completa y detallada, fue presentada por Schmid y dos estudiantes del LIFIA en la conferencia “*Object Oriented Information Systems(OOIS)*”, realizada en Canadá en agosto de 2001. Aquí denominaron al *framework* “Framework de Componentes para Procesos de Negocios” o “BPCF” por sus siglas en inglés.

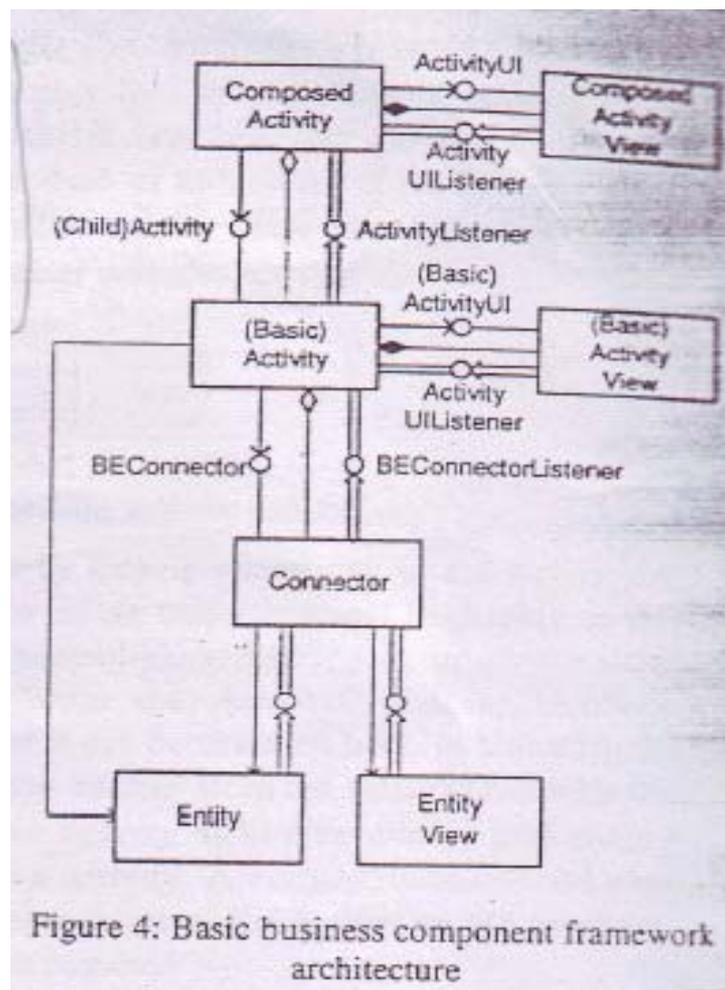
Tras una breve caracterización de los procesos de negocios, este trabajo puntualizaba sintéticamente dos requisitos que debía tener el *framework*. El primero, era la distinción entre componentes que representaban “entidades” y aquellos que representaban “procesos” de negocios. Definían que las entidades tenían un estado permanente, duraban en el tiempo y encapsulaban las reglas que sostenían todo el proceso de negocios. Un “cliente” o una “póliza” eran presentados como ejemplos de entidades. Por su parte, los componentes de procesos como “cambiar la dirección de un cliente”, no tenían estado una vez que su ejecución se había completado, no permanecían en el tiempo y comprendían comportamientos {Schmid, 2001:184}.

El segundo requisito definido en este paper era que los objetos de negocios tenían diferentes “tipos de responsabilidad” o acciones a desarrollar. Consideraban que este requisito hacía necesario separar la responsabilidad

de presentación ante el usuario (“vista”) y la responsabilidad de dominio (“actividad”) -esto es, las instrucciones que se ejecutaban en el ámbito no-visible para el usuario del grupo de computadoras en red-. Cumpliendo con estos requisitos, la estructura del framework incluyó entonces los siguientes componentes: “entidad de dominio” y “vista de la entidad”; “actividad” y “vista de la actividad” (gráfico 10.).

Introdujeron también un “conector de entidades” que definía una serie de operaciones relativas a las vistas, como por ejemplo, “limpiar la pantalla” o “actualizar la vista de un formulario” (gráfico 10). La función de este conector, era que, en lugar de programar actividades relacionadas con las vistas individualmente en cada actividad, un objeto de actividad podía “llamar” y “reutilizar” estas operaciones estandarizadas (Schmid, Cristaldi y Jacobson, 2001:184).

Gráfico: 10 Diseño del framework para procesos de negocios



Fuente: Schmid, Cristaldi y Jacobson (2001)

Los investigadores argumentaban que el objetivo de esta estructura era ofrecer distintas posibilidades de reutilización de los elementos del *framework*: de componentes de entidad y vistas de la entidad en diferentes componentes de actividad; de la composición de procesos de negocios a partir de actividades; de elementos de control de la interfase gráfica con el usuario, como botones *aceptar*, *cancelar*, *continuar*; de componentes de actividad en distintas actividades y procesos de negocios, etc. (Schmid, Cristaldi y Jacobson, 2001:516). El conector, por su parte, evitaba programaciones específicas permitiendo utilizar otras estandarizadas y ahorrando de esta manera tiempo al programador.

Las diversas posibilidades de reutilización de componentes del *framework* fueron calificadas por Schmid como requisitos “no-funcionales”, derivados de las ventajas que proporcionaba utilizar el diseño orientado a objetos. Pero lo que daba particularidad al BPCF eran sus “requisitos funcionales”, esto es, los problemas específicos que buscaba resolver. En este sentido, la funcionalidad del *framework* fue definida en este paper a partir de su capacidad para resolver el problema de representar procesos en el diseño de software. La experiencia previa del grupo de Konstanz les permitió identificar dos tipos de flujo en la ejecución de un proceso de negocios. Por un lado, observaron que algunas actividades debían completarse en forma sucesiva y lineal (“modal control”) como funcionaba una planta de fabricación, ámbito para el cual Schmid había realizado desarrollos. Por otro, identificaron que un proceso también podía incluir actividades impulsadas por los ingresos de un usuario (“non modal”), aspecto identificado en la interacción con la empresa de seguros cuyos ejemplos tomaron. De esta forma, definieron que el principal requerimiento funcional del framework “para la realización de procesos de negocios interactivos” era proveer componentes de actividad que tuvieran “entre ellos” un flujo *modal control*, pero que permitieran un procesamiento *non modal* “dentro de un actividad” (Schmid, 2001a:516). En el diseño conceptual del framework esto lo resolvieron a través de la definición de “actividad compuesta”. Retomando la idea del “árbol de actividades” del primer paper, definieron a las actividades compuestas como aquellas que estaban integradas por distintas sub-actividades, las cuales era necesario ejecutar para completar una acción. En este sentido, afirmaban que “...durante su ejecución, una actividad compuesta delega trabajo a otras actividades” (Schmid, 2001a :520) (ver recuadro 7).

Recuadro 7: Ejemplo de una actividad compuesta

Un ejemplo de actividad compuesta era “*cambiar dirección de cliente*”. Para comenzar, esta actividad debía delegar la tarea de hallar la entidad del cliente a la sub-actividad “*buscar y examinar cliente*”. Una vez que ésta lo

seleccionaba, lo notificaba a la “actividad madre”. A partir de entonces era necesario recurrir la sub-actividad “*editar cliente*” para ingresar los nuevos datos. Cuando la edición de datos era finalizada, “*editar cliente*” actualizaba la entidad del cliente y la guardaba en la base de datos. (Schmid, 2001:184)

Lo que resultaba clave definir entonces en el framework era el tipo de control de flujo que se desarrollaba dentro de una actividad compuesta. En términos de reutilización, argumentaban que podía resultar ventajoso recurrir a un control de flujo estándar lineal que tuviera una dirección determinada (*one-way-sequential*). Sin embargo, el problema que presentaba esta alternativa era que si un usuario detectaba que había ingresado un dato incorrecto en una sub-actividad terminada, debía cancelar toda la actividad compuesta y comenzar de nuevo (Schmid, 2001a). La opción que ofrecía, en cambio, este framework, era un “control de flujo guiado” (*wizard*). Esto significaba que una actividad compuesta tenía una lista de sub-actividades a través de la cual se podía avanzar o retroceder. Cada “vista” de una sub-actividad –que al usuario se presentaba como un recuadro o “ventana” en la pantalla - proveía los botones “siguiente” y “atrás” y cuando un usuario los presionaba, la sub-actividad no finalizaba, sino que se suspendía. Podía por lo tanto retomarse, sin necesidad de reiniciar todo el procedimiento. Para confirmarla introducían además el botón “commit”. De esta manera, entendían que el framework ofrecía “mayor flexibilidad a los usuarios” (Schmid, 2001a).

En el tercer trabajo sobre el *BPCF*, realizado por los mismos autores para publicar en el “*Journal of Software and System Modeling*”, se podían observar, comparativamente, cambios significativos en la manera de describir el framework, pero no en sus definiciones básicas. En este artículo, el *framework* se iba explicando por partes y recién al final se presentaba un gráfico completo. Contenía además un desarrollo conceptual más amplio y mayor cantidad de ejemplos y gráficos, que hacían que el artículo resultara más didáctico y amable para la lectura. Se incluyeron también varias figuras de presentaciones de pantalla (“vistas”), todas relacionadas con las

actividades de la empresa de seguros. El gráfico 11 muestra una de estas vistas, donde puede observarse la actividad “selección de la forma de pago” en el proceso de contratación de una póliza. La “vista” de esta actividad incluía espacios para la selección de opciones que respondían a las posibilidades vigentes en Alemania –transferencias, listado de bancos alemanes, como el Detusche Bank- y, debajo, los botones que guiaban el proceso en forma “wizard like”.

Gráfico 11: Ejemplo de vista de una oferta de póliza de seguros

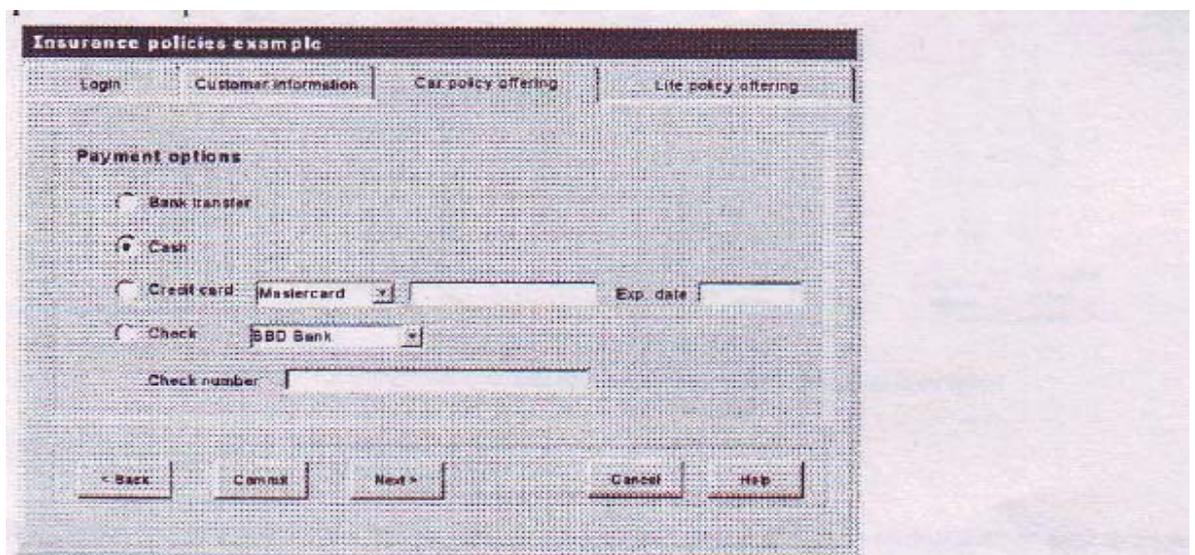


Figure 14: Activity view with business process selection provided by composed activity "Car Insurance Policy Offering"

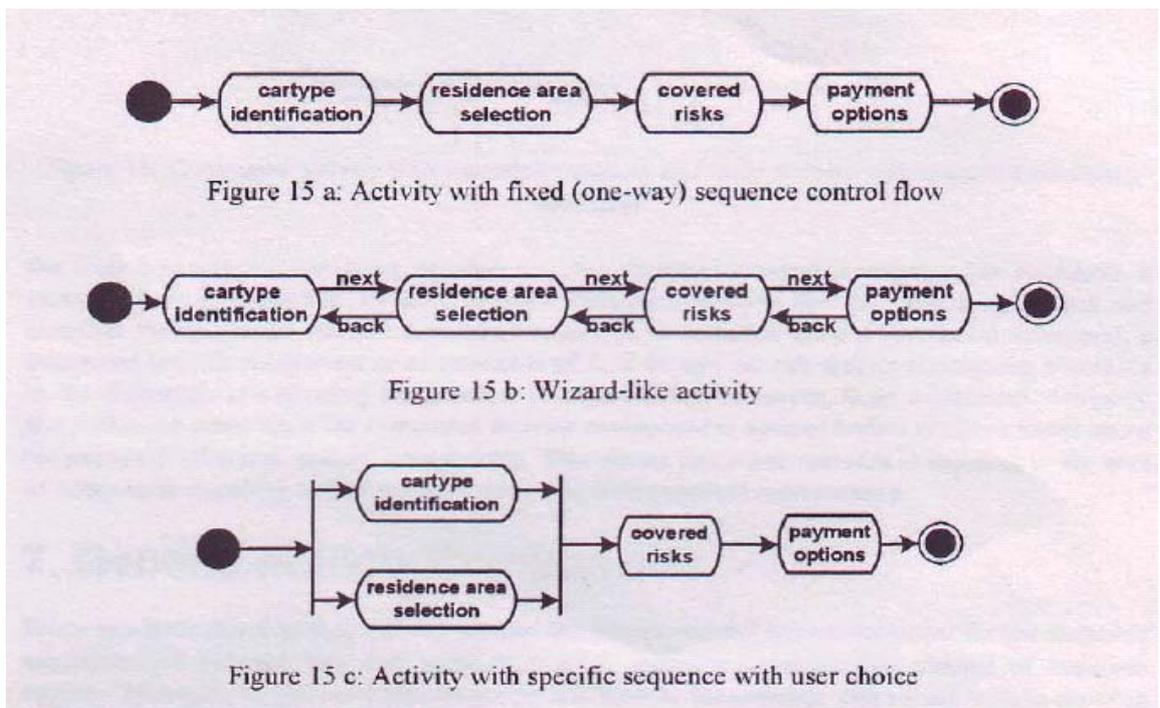
Fuente: Schmid, Cristaldi y Jacobson (2001b)

Uno de los conceptos que presentaron más ampliamente en este trabajo fue el de composición de procesos. Describieron el funcionamiento de los componentes de una “actividad compuesta” y la relación jerárquica entre actividades que lo integraban, utilizando la analogía de relaciones familiares: “Un componente de actividad compuesta es una actividad que tiene actividades hijas que dan apoyo a la paterna en desarrollar sus responsabilidades” (Schmid, Cristaldi, Jacobson, 2001b). Esta analogía les permitía expresar que las subactividades (“hijas”) tenían una relación de

subordinación y a la vez de pertenencia a la actividad compuesta (“paterna”). Así explicaban que una actividad, para completarse, podía delegar tareas a las “sub-actividades” o “actividades básicas” que la conformaban. Nuevamente, se referían a las ventajas “no funcionales” de esta estructura, afirmando que “...un proceso de negocios es considerado como una actividad compuesta que contiene una unidad lógica de trabajo. Como consecuencia, se pueden reutilizar componentes de actividad compuesta y procesos de negocios junto con mecanismos de colaboración, de la misma manera que componentes de actividad básicos” (Schmid, Cristaldi, Jacobson, 2002:15).

En este esquema, explicaban también que la “actividad paterna” definía la secuencia o el control de flujo en la cual las sus “actividades hijas” debían ejecutarse, abordando así nuevamente el principal “requisito funcional” del *framework*.. Describieron entonces, con más detalle, tres tipos de flujo que podían diseñarse en un framework para la secuencia de actividades dentro de una actividad compuesta. (Grafico 12.)

Gráfico 12: Tipos de flujo en un proceso de negocios



Fuente: Schmid, Cristaldi, Jacobson (2001b)

El primer flujo representaba una secuencia lineal direccionada (*one way sequential*) y el segundo una secuencia guiada (*wizard*), identificados ya en la versión anterior. En este trabajo, describieron también un tercer tipo de flujo, que implicaba una secuencia lineal a partir de una serie de opciones predeterminadas. Como muestra la tercera figura del gráfico, un usuario podía completar el proceso de contratación de una póliza, definiendo alternativamente en primero o segundo lugar el tipo de auto o el lugar de residencia y completar luego la acción identificando los riesgos cubiertos y la opción de pago.

Esta versión del BPCF incluyó también una referencia a la “generalización de componentes”. En 2001, los estudiantes argentinos trabajaron en el desarrollo de “componentes genéricos” de entidades y procesos de negocios. Para explicar qué era un componente genérico, uno de ellos daba el ejemplo de una aplicación que trabajaba con clientes, como una “compañía de seguros”, en la cual un componente podía ser “editar datos” de un cliente. Este componente podía ser lo suficientemente genérico como para aplicarse a un cliente, una póliza de seguros, un registro de calificaciones, u otras entidades {Cristaldi, 2004 #125}. El problema que intentaban resolver en ese momento era cómo lograr la reutilización de los componentes que tenían en el *framework*. Para ello, la solución que proponían era hacerlos lo más generales que fuera posible como para poder aplicarlos en la mayor cantidad de casos. Este proceso de “generalización” resultaba un mecanismo muy similar al que Schmid había implementado en la construcción del *framework* OSEFA para una planta de fabricación. En ese caso, había analizando cada elemento particular del proceso y extraído, en forma abstracta, sus aspectos generales.

En todo el proceso de cooperación pueden identificarse diferentes tipos de actividad desarrolladas durante los intercambios. El trabajo de los investigadores argentinos en Konstanz se había concentrado en lo que consideraron como “mejorar” el *framework* desarrollado hasta entonces, a diferencia de lo que habían hecho los estudiantes alemanes al “extenderlo”.

La actividad de los estudiantes del LIFIA durante sus estadías en Alemania cambió hacia el final del 2001 y durante el 2002. En relación con el *framework*, trabajaron esencialmente en la generalización de componentes. En otros casos, trabajaron sobre demandas específicas de Schmid para otras investigaciones, como la solicitud de realizar unas “mediciones”. En general, las estadías en Alemania no se encuadraba en un plan de trabajo estricto, sino más bien en torno a líneas muy generales que abrían espacio para la asignación de tareas diversa. Por el contrario, las estadías de investigadores alemanes en el LIFIA habían sido mucho más pautadas y respondían a un plan de trabajo acordado entre los estudiantes alemanes y Schmid.

2.3.3. Procesos de negocios en aplicaciones web

Mientras el trabajo conjunto sobre el BPCF, fue concentrándose paulatinamente en sus aspectos de programación, la investigación en un nivel conceptual no había desaparecido, sino que había tomado otro eje desde fines de 1999. Este nuevo eje fue desarrollado en forma más directa entre Rossi y Schmid y motivado por los resultados obtenidos con el diseño del *framework*. En ese entonces, y tras la visita que el coordinador argentino realizó a Alemania en septiembre de ese año, comenzaron a trabajar en el diseño de procesos en aplicaciones web. Este cambio se debió al interés del grupo del LIFIA por incorporar los conocimientos adquiridos en el desarrollo del BPCF a las investigaciones que estaban realizando sobre ingeniería de software para la web, en particular el análisis del caso de Amazon. Habían observado que en esta página no sólo se navegaba entre nodos que desplegaban información sino que también se desarrollaban procesos. Uno de los investigadores del LIFIA explicaba que “...lo que habíamos empezado a ver en ese momento era el caso de Amazon, donde además de recorrer libros o productos, también podías comprar algo y ahí tenías procesos: validación de tarjeta de crédito, el envío, después chequeabas, tenías *shipping* y demás. Eso estaba implementado pero no estaba documentado en un método de diseño” (Gonzalez Maciel, 2007).

Algunas de estas actividades dependían del ingreso que realizaba el usuario –p.e. selección de libros o CDs- y otras de que se ejecutara una actividad previa –p.e. la confirmación de ítems debía preceder a efectuar el pago-. A partir de esta característica interpretaron que en la página había una lógica de procesos similar a la que describieron en el BPCF. Como consecuencia, el grupo del LIFIA veía como “natural” ir hacia la convergencia de las investigaciones que desarrollaba cada grupo: “La idea entonces era avanzar de alguna manera en tomar lo que había hecho Rossi con el “Modelo de Diseño de Hipermedia Orientado a Objeto”, adaptándolo a la web y pensando que la web no eran sólo páginas que vos ibas navegando, sino que podía haber alguna aplicación detrás” (Gonzalez Maciel, 2007). Lo que buscaban entonces era una metodología que permitiera “hacer aplicaciones hipermediales, integrando a los procesos de negocios” (Gonzalez Maciel, 2007)

Al principio, Schmid confesó que no estaba muy interesado en el tema y consideraba que no tenían aplicaciones aptas del primer proyecto {Schmid, 2005 #123}. Sin embargo Rossi logró convencerlo de trabajar en esta nueva línea.

El primer paper sobre este nuevo tema fue elaborado por Schmid, Rossi y Florian Falkenstein (un estudiante alemán) y presentado en la conferencia *Object Oriented Information Systems* de 2001, al mismo tiempo que el segundo paper del BPCF. El trabajo se denominó “Componentes para el re- uso de actividades en aplicaciones web” y se concentró en tres problemas. El primero fue el lugar que debían ocupar las “actividades” en el diseño de aplicaciones web. Los investigadores afirmaban que el problema consistía en que estas aplicaciones se basaban en un enfoque “centrado en documentos”, donde “los procesos eran usualmente tratados como efectos de las secuencias de interacciones entre clientes y el servidor de aplicaciones web”. La solución que proponían se derivaba claramente del desarrollo del BPCF y consistía en adoptar un “enfoque centrado en actividades” (que representan partes de un proceso de negocios) para “representar, diseñar e

implementar actividades de negocios en aplicaciones web” (Rossi, Schmid, Falkenstein, 2001).

El segundo problema abordado en este paper fue “el desajuste, en forma de fase de demora que se producía entre la estructura lógica de una actividad y la estructura del software *servlet* que la sostiene” (ver recuadro 8). Para comprender de qué se trataba esto, es necesario entender que los servlets son programas que se ejecutan en un servidor con la función de dar dinámica a las páginas web y formaban parte de la plataforma de Java J2EE (Java Enterprise Edition) desarrollada por Sun Microsystems. En ese momento esta plataforma se consideraba “muy cruda” aún, y “no soportaba la funcionalidad básica que requería el BPCF” (G. Maciel, 2007). Se trataba por lo tanto de un problema de “arquitectura” para hacer funcionar el BPCF en la web, esto es, de la forma de organizar y vincular distintos programas de software y equipos de hardware, que estaba condicionada y limitada por las particularidades de la plataforma de Sun.

**Recuadro 8: Fase de demora entre la estructura de una actividad
y la estructura del servlet**

El problema, según lo describieron, era que las “actividades” seguían un esquema de “egreso-ingreso”, mientras los servlets funcionaban a partir de un esquema “ingreso-egreso”. En el primer caso, lo que le aparecía al usuario era una página en formato html, que contenía información ingresada previamente y sobre la cual el usuario ingresaba o editaba datos. La aplicación web recibía estos datos y chequeaba su consistencia. Si esta estaba bien, la actividad era finalizada y daba comienzo a una nueva. Si no estaba bien, la aplicación web presentaba una página con los datos ingresados o editados y un mensaje sobre su inconsistencia y el ciclo ingreso-ingreso se repetía hasta que los datos fueran consistentes o el usuario cancelara el proceso. En el caso de los servlets, estos recibían como ingreso los contenidos de una página web, lo procesaban y generaban una respuesta (Rossi, Schmid, Falkenstein, 2001).

De esta manera, si un proceso se implementaba por la secuencia de los servlets que incluían la segunda parte de la actividad, se generaba una demora y una serie de retrocesos, tal como muestra el gráfico.

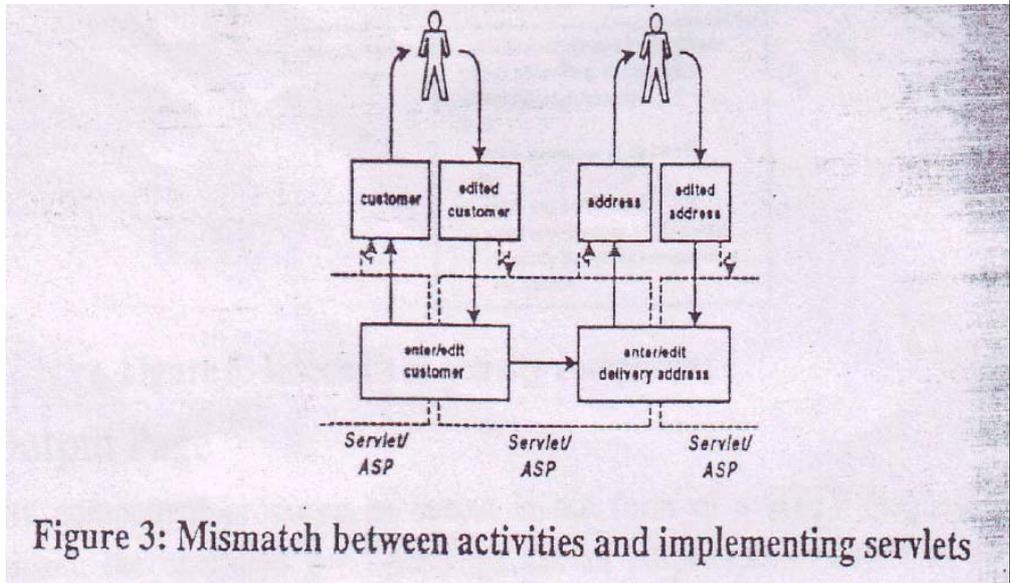


Figure 3: Mismatch between activities and implementing servlets

Fuente: Rossi, Schmid, Falkenstein, 2001

El tercer problema era, nuevamente, cómo lograr la reutilización de componentes de actividad y la solución partía del mismo punto que en el caso del BPCF: distinguir componentes de actividad básicos y compuestos y buscar un mecanismo que permitiera reutilizar los comportamientos comunes de las distintas actividades. Propusieron para este caso un “componente de adaptación”. Este componente procesaba los ingresos provenientes de una actividad y tenía dos opciones de salida: para eventos impulsados por el usuario o para sub-actividades del proceso. En el primer caso, se definían en el diseño las operaciones estandarizadas del usuario - botones “adelante”, “atrás”, “cancelar” y “confirmar”-. El componente de adaptación analizaba qué botón había sido presionado y lo combinaba con la operación requerida. En esta operación, el componente identificaba además cuándo un proceso debía continuar con otra sub-actividad y cuándo era finalizado (Rossi, Schmid y Falkenstein, 2001).

Las soluciones propuestas en este paper fueron más referidas por los investigadores como el diseño de un nuevo *framework* que denominaron “*Framework* de Componentes para Aplicaciones Web” o “WACoF” por sus siglas en inglés. El mismo fue luego programado durante las estadías de investigación de los estudiantes argentinos en 2002.

Esta línea de investigación llevó a los grupos a presentar un segundo proyecto a fines de 2001 denominado “Procesos de negocios en aplicaciones web”. En el mismo se hizo explícita la subordinación de las líneas de investigación de la FH-Konstanz a las del LIFIA, pues el eje pasó a ser la programación para la web. El objetivo se definió como “...analizar las características de los procesos de negocios y actividades en aplicaciones web y estudiar cómo introducir componentes de actividad para ellos.” (Proyecto LIFIA y FH-Konstanz, 2001: Anexo). De esta manera, daban continuidad a los trabajos que ya habían comenzado.

El problema a resolver en este segundo proyecto se definió de diferentes formas, dado que en este caso los formularios de presentación en cada país fueron diferentes. En el formulario alemán se incluía una primera definición en el “Resumen” del proyecto, que difería del argentino y estaba redactada en el idioma local. Otra definición aparecía en la “Propuesta de proyecto”, que era más amplia, estaba redactada en inglés y constaba como anexo elaborado en conjunto.

En el “Resumen” del formulario alemán, Schmid explicitaba el problema de la “fase de demora”. Retomaba asimismo los problemas de eficiencia que esto generaba para el desarrollo de software, de modo que la redacción de este punto fue prácticamente extraída del paper de 2001. La definición de este problema estaba asociada a un nuevo proyecto del grupo de Konstanz con dos empresas de software alemanas, denominado “*Framework* y arquitectura de componentes de negocios para aplicaciones empresariales con Enterprise JavaBeans basadas en *web-browser* y *applets*”⁸⁹. Este

⁸⁹ En alemán el título era “Business-Komponent-Architektur und Framework für Web-browser und Applet basierende unternehmensweite Anwendungen mit Enterprise JavaBeans”

proyecto buscaba combinar conceptos y componentes del BPCF con elementos de la plataforma de Java –los *applets*⁹⁰- en una arquitectura que permitiera desarrollar aplicaciones web. Se trataba por lo tanto de trabajar en la articulación de desarrollos propios con la plataforma de Java creada por la empresa Sun Microsystems y ampliamente difundida entonces.

Como anexo al formulario de ambos países figuraba la “Propuesta del proyecto” que fue redactada por el grupo del LIFIA. Aquí definían, un problema más general que el anterior, estrechamente vinculado con la agenda de investigación del LIFIA. El planteo partía de los aspectos más conceptuales del mismo paper, como por ejemplo, que las aplicaciones web se construían utilizando un “enfoque centrado en documentos” (*document-centric*) que dificultaba representar adecuadamente procesos. El enfoque que proponían como alternativa era que las actividades debían tratarse como “ciudadanos de primera clase” –una metáfora que intentaba reflejar la relevancia de las mismas- pues “resultaban fundamentales para muchas aplicaciones, en especial de comercio electrónico”. Aquí incluyeron un nuevo elemento, haciendo referencia a un área de aplicación que estaba creciendo aceleradamente y que impulsaba la investigación en el campo de la informática. En este sentido, notaban también que mientras en las aplicaciones convencionales de hipermedia los procesos complejos eran generalmente encapsulados en objetos o componentes, esto no era usual en las aplicaciones web que requerían “mayor flexibilidad” e implicaban, por lo tanto, patrones de interacción sofisticados. Argumentaban además que, si bien “existían algunos estándares para proveer interoperabilidad para el intercambio de datos en el contexto de aplicaciones de negocios⁹¹”, no había un “framework unificado para razonar acerca de los procesos y sus actividades internas en el contexto de aplicaciones web” y esto era lo que se proponían desarrollar. En realidad, no se trataba de que el framework “no existiera”, sino de que “no estaba publicado”. De hecho, el caso de Amazon

⁹⁰ Un applet es un componente de una aplicación que debe ejecutarse en el contexto de otro programa como un *web-browser*. Las animaciones flash y el *windows media player* son ejemplos de applets.

⁹¹ Mencionaban RosettaNet, Common Business Library y EDI.

que estudiaron tenía un proceso de negocios implementado, basado seguramente sobre algún framework, pero esto no estaba públicamente documentado en el campo académico (Gonzalez Maciel, 2007).

De esta manera, el problema se planteaba aquí a partir de la convergencia entre los resultados ya obtenidos con el desarrollo del BPCF y el trabajo que el grupo del LIFIA estaba realizando para la adaptación del modelo de diseño “OOHDM” a las aplicaciones web. Con relación a esto último, se destacaba en esta misma parte del proyecto que el OOHDM había evolucionado para constituir un método de diseño web “que era expresivo y permitía el re-uso de objetos”. No obstante, “no tenía en cuenta los procesos”. Si bien uno podía definir procesos como objetos, “no hay manera de mapear objetos de navegación (nodos) en esos procesos. Tampoco hay manera de expresar el re-uso en el contexto de esos objetos de procesos” (LIFIA y FH-Konstanz, 2002). En este sentido, la propuesta era ampliar la capacidad del OOHDM a partir del diseño de procesos de negocios y era claro que el eje pasaba a ser la investigación del LIFIA en este tema.

Al final del proyecto esperaban contar con resultados, que se presentaban en forma de una secuencia, que iba desde conceptos abstractos de diseño hasta prototipos:

1. “Un modelo unificado para representar actividades y procesos como componentes en aplicaciones web.
2. Una estrategia de implementación para tratar con procesos como “ciudadanos de primera clase” en aplicaciones web.
3. Un framework de componentes para el re-uso de actividades en el contexto de distintas aplicaciones web para “gobernar la colaboración entre diferentes clases de componentes web”.
4. Un “class framework” para la aplicación fácil y rápida de componentes de una aplicación web, en particular componentes de actividad.

5. Algunos prototipos de aplicaciones web del mundo real.” (negocios, administración de relaciones con el cliente, alquiler de viviendas temporarias, entre otros). (LIFIA y FH-Konstanz, 2002)

Con el primer y segundo objetivo se referían a la “extensión” del OOHDM y buscaban ampliar el trabajo realizado hasta el 2001. La versión más avanzada del modelo fue desarrollada por Schmid y Rossi en una publicación de la revista “IEEE Internet Computing” finalizada en 2003 y publicada un año después. El problema planteado entonces, era que los métodos de diseño de hipermedia más utilizados, entre los cuales se hallaba el OOHDM, consideraban a los procesos “como un tipo de navegación”. Argumentaban que así, “las aplicaciones web resultantes sufrían de problemas de diseño y *usabilidad* y generaban resultados erróneos en la ejecución de procesos de negocios” (Rossi y Schmid, 2004:19)⁹². Para Rossi y Schmid, la solución estaba entonces en distinguir de alguna manera entre “flujo de proceso” y “navegación”. Definieron entonces dos particularidades del proceso: a) “el proceso conduce al usuario sobre sus actividades; define el conjunto de actividades a ser ejecutadas y el posible control de flujo entre ellas” y b) “el proceso mantiene su estado internamente y sólo puede cambiar el estado en respuesta a la acción de un usuario; presionar los botones del *browser* no afecta el estado del proceso” (Rossi y Schmid, 2004:21).

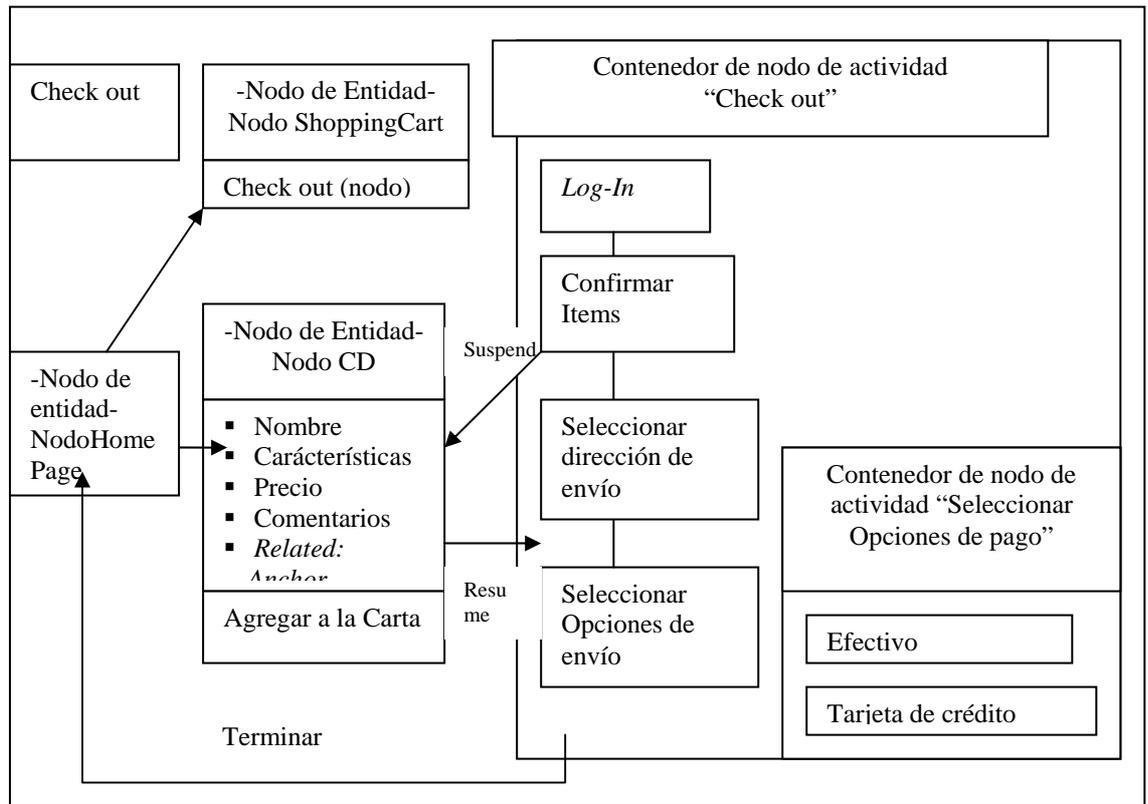
¿Cómo introdujeron entonces los procesos en el modelo de diseño OOHDM? La solución comenzaba partiendo el “esquema conceptual” del OOHDM con la introducción de los conceptos básicos del *framework* para procesos de negocios: objetos que representaban “entidades” (CDs, clientes, etc.) y aquellos que representaban “procesos” (confirmar un ítem, definir la forma de pago, etc.). También incorporaron en este esquema la definición de proceso como conjunto de actividades y la consecuente distinción entre actividades “básicas” y “compuestas”. Luego dividieron el “esquema de navegación” del OOHDM en “nodos de navegación” calificados también

⁹² Esto se producía, por ejemplo, cuando en medio de un proceso de compras un usuario apretaba el botón del navegador “atrás”, ingresando así a otra página y cancelando el proceso en curso

como “nodos de entidad” y “nodos de actividad”, representando cada uno un tipo de vinculación diferente entre ellos. Mientras los primeros se vinculaban mediante “links” que un usuario podía seleccionar libremente, los segundos tenían un tipo de vínculo diferente que “modelaba la capacidad de ir desde un nodo de actividad hacia otro mediante la ejecución del proceso” (Rossi y Schmid, 2004:22).

La vinculación entre ambos espacios se daba a partir de la noción de distintos tipos de “transición” entre ellos. En este sentido, un proceso podía iniciarse a partir de la navegación -por ejemplo cuando un usuario recorría una página de CDs y seleccionaba uno para comprarlo- pasando así de la “navegación” a un “proceso”. También podía ocurrir una transición del “proceso” a la “navegación” cuando se finalizaba o cancelaba un proceso de compra y el usuario volvía a recorrer algunas páginas. En este caso la transición resultaba sencilla pues el proceso de alguna manera se cerraba. Finalmente, podía suceder que un usuario decidiera suspender un proceso para hacer navegación y luego retomarlo. Esto podía ocurrir, por ejemplo, cuando un usuario estaba realizando la actividad “confirmar ítems” y quería volver a la lista de CDs para ver sus detalles antes de hacerlo. Para resolverlo proponían diseñar un “nodo de actividad”, en este caso, “nodo confirmar ítems” e introducir un “link” que “suspendía” momentáneamente la actividad –al igual que en el *framework* de procesos de negocios-, permitía pasar a la navegación y luego a la reanudación del proceso que mantenía su consistencia o “estado” (Gráfico13). Esta fue la innovación que más destacaron Schmid y Rossi y el principal elemento conceptual del BPCF que se incluía en un modelo de diseño para aplicaciones web.

Gráfico 13: Contenedor de actividades en el OOHDM



2.3.4. Resultados de la cooperación.

Al llegar al final del proceso descrito es importante destacar cuáles fueron los resultados explicitados por los grupos, tanto respecto a los artefactos desarrollados, como a las expectativas de la cooperación. Asimismo, es necesario considerar de qué manera incidió el mecanismo de evaluación propuesto por los organismos políticos en la presentación de estos resultados.

El primer dato es que la presentación y evaluación de los resultados se organizó como un proceso interno de cada país, basado en formularios diferentes y escritos cada uno en el idioma local. De esta manera, cada grupo redactó distintos resultados para los mismos proyectos, de acuerdo con los puntos solicitados.

En el formulario alemán, de cinco puntos acerca de lo realizado, tres preguntaban por resultados en el siguiente orden: los “más importantes” del período, la cooperación con la industria para la utilización de resultados/patentes y, finalmente, las publicaciones conjuntas. En el caso argentino, los resultados debían ubicarse bajo el título “informe académico”, donde se solicitaba por orden: publicaciones conjuntas, presentaciones conjuntas en simposios y una categoría “otros productos” que podían ser tanto tesis como patentes, a pesar de que eran productos sumamente diferentes. No se preguntaba específicamente sobre la vinculación con la industria como en el caso alemán y este constituyó el principal punto de diferencias en las presentaciones de uno y otro grupo.

Por otra parte, en el proceso de evaluación, no se definió una instancia conjunta entre ambos países en la cual interactuaran tanto los organismos políticos como los asesores técnicos, poniendo en común las evaluaciones de cada país⁹³. Como consecuencia, no había una única definición de los resultados alcanzados, sino significados alternativos y simultáneos en función de a quién estaba dirigido el mensaje.

Los informes presentados por el coordinador alemán contenían mucha información sobre lo que se había desarrollado en el plano tecnológico y respondían claramente a los principales puntos de interés de la Oficina Internacional del BMBF. En cuanto a los resultados técnicos, los informes alemanes daban cuenta de tres desarrollos hasta fines de 2003: un framework para procesos de negocios, la extensión del OOHDM con procesos de negocios y un framework de componentes para aplicaciones web denominado “Framework de Componentes Web” (“WebCoF”, por sus siglas en inglés). Mientras los dos primeros coincidían con lo referido por los investigadores argentinos, el tercero aparecía sólo en el informe alemán y en artículos elaborados por investigadores de Konstanz.

⁹³ Cabe destacar que esto no es la regla general en todos los acuerdos de cooperación científica y tecnológica que mantiene la Argentina. En el caso de Francia, por ejemplo, se realiza una reunión bilateral para discutir las evaluaciones.

En el informe final del primer proyecto el coordinador alemán resumía los resultados en torno al desarrollo del framework BPCF, diferenciando en un “nivel de diseño” y un “nivel de aplicaciones”. Dentro del primer nivel, reflejaba los sentidos explícitos en los papers, destacando que el framework definía “...la arquitectura de los componentes” a partir de la distinción de actividades básicas y compuestas y permitía además un flujo de acciones direccionadas por los ingresos del usuario, ofreciendo a éstos “mayor libertad” en el desarrollo de un proceso. Mencionaba también las ventajas de la orientación a objetos, pues el diseño permitía “reutilizar” componentes, “de modo que sólo el contenido específico de la actividad debía ser programado”(Schmid, 2003).

En el nivel de aplicaciones, Schmid consideraba la utilidad del framework una vez programado y probado. En este nivel, el BPCF ya no era simplemente un diseño, sino un producto, un artefacto. Como tal, se destacaba que simplificaba y disminuía el costo de programación de aplicaciones, ya que “le quita al desarrollador una buena parte de los gastos, mediante la puesta a disposición de los componentes en el proceso de negocios” que no era necesario programar (Schmid, 2003). Los resultados en este nivel respondían también al punto sobre aplicación de resultados y la cooperación con la industria. Allí, el informe alemán mencionaba la experiencia con “una gran empresa de seguros” donde implementaron del BPCF.

También los resultados del segundo proyecto sobre “procesos en aplicaciones web” se agrupaban en los mismos dos niveles. En nivel del diseño, se hacía referencia a “la extensión del OOHDM”, al cual incorporaron procesos y actividades de negocios. Este trabajo continuó en Konstanz luego de finalizada la cooperación. En los años 2004 y 2005, se publicaron algunos trabajos de Schmid con un estudiante que participó en la cooperación, Oliver Donnerhak, en los cuales continuaban trabajando en “extensiones” del OODHM. Sobre esta base construyeron una arquitectura que denominaron *Object Oriented Hypermedia Desing Model Driven Architecture (OOHMDA)*.

En el nivel de implementación, aplicaron el modelo de diseño y programaron dos artefactos, los frameworks “WACoF” y “WebCoF”. El WACoF había sido un desarrollo conjunto con el grupo argentino y fue utilizado por estudiantes de la FH-Konstanz para realizar prototipos de aplicaciones que fueron publicados en la revista “Forum” de la FH-Konstanz. La primera aplicación, consistió en un sistema de administración de relaciones con clientes que llamaron CRe@M. La segunda, fue un programa para una *Mitfahrzentrale*⁹⁴, una actividad que es muy propia de la cultura alemana. Ambos prototipos fueron ejercicios de aplicación de estudiantes que no habían participado de los intercambios con Argentina, lo cual indicaba la difusión que internamente habían tenido en la FH-Konstanz los resultados de la cooperación.

En este nivel, el último informe alemán, también destacaba los beneficios de la introducción del WACoF, ya que permitía que las aplicaciones web se construyeran “más rápido” que con la programación usual, “en un factor de 2-3” (Schmid, 2003:2.2). Por su parte, el framework WebCoF permitía un alto “grado de reutilización” de componentes de actividad, que podía ser entre el 50% y el 80% (Schmid, 2003:2.2).

En cuanto a la cooperación con la industria, el informe alemán mencionaba la experiencia con dos pequeñas empresas alemanas de software con las que trabajaron procesos en aplicaciones web. La conexión de estos proyectos con la cooperación fue destacada por el coordinador de Konstanz al referirse a que “el intercambio y la mutua fecundación” entre estos dos proyectos locales y la cooperación con Argentina “habían sido muy buenos”. En el mismo sentido, afirmaba también que de esta manera “los resultados de la cooperación encontraron un ingreso directo en el uso en la industria” (Schmid, 2003). Alemana, por cierto.

La presentación de resultados por parte de los investigadores argentinos fue diferente. Esta diferencia se hizo explícita en el último informe presentado a

⁹⁴ Se trata de un centro de información a través del cual las personas que planifican viajar un hacia un mismo lugar, en una misma fecha, se organizan para hacerlo en un mismo auto y compartir gastos.

la SECyT en 2003. Los puntos solicitados en el formulario restringían el detalle de los resultados a una descripción del proyecto y a las publicaciones y presentaciones a congresos realizadas “en forma conjunta”. No se solicitaba explícita y directamente identificar algún tipo de apropiación local de resultados, ya sea en actividades de cooperación con empresas o con otras instituciones, o bien en publicaciones del grupo local vinculadas al proyecto. De esta manera, los resultados que aparecían en este último informe eran, en comparación, mucho más escasos. Primero se mencionaba la incorporación de procesos “customizados” (procesos de negocios) al OOHDM, sin mayores detalles y en sólo cinco renglones. Se referían luego a “dos publicaciones conjuntas” y “una presentación conjunta a un simposio”. Finalmente, bajo el título de “otros productos de la cooperación”-una categoría residual, abierta- el informe mencionaba “dos tesis” en proceso de finalización (de una estudiante argentina y de un estudiante alemán).

A pesar de que la descripción de resultados manifestaba una aparente línea divisoria Argentina-Alemania, las percepciones en Argentina acerca del potencial de los resultados no eran totalmente homogéneas. Se pudieron detectar evaluaciones diferentes en cuanto a la utilidad que “podía haberse obtenido” de estos proyectos. Según uno de los participantes del LIFIA en el momento que comenzaron con el trabajo, la investigación proponía algo novedoso y de aplicación práctica (Gonzalez Maciel, 2007). Esto lo fundamentaba en que varios de los temas que se abordaron están ahora “de moda” con SOA (*Service Oriented Architecture*), una arquitectura orientada por servicios que existe actualmente en la industria y que incluye una parte de modelado de procesos de negocios llamada *process modelling*. Esta parte consiste en “...tomar un proceso en general, que se divide en varias fases y poder modelarlo e implementarlo, y que cada paso pueda llamar a algún servicio, alguna funcionalidad. Hay productos que lo implementan y hay aplicaciones que están escritas sobre eso” (Gonzalez Maciel, 2007). Por el contrario, la percepción del director argentino era que se habían obtenido

resultados en el plano de la investigación, “pero nada aplicable” (Rossi, 2007).

A pesar de estas diferencias, lo que quedaba claro al final de los dos proyectos era la vinculación entre los dos ejes de investigación desarrollados (el framework para procesos de negocios y procesos de negocios en aplicaciones web). En el nivel de diseño se incorporaron conceptos del framework para procesos de negocios (BPCF) al modelo OOHDM para la web. En el nivel de implementación, observaron también un alto grado de coincidencia en los códigos programados del primero y segundo framework -BPCF y del WACoF- (Schmid, Cristaldi, y Jacobson, 2001), realizado por los estudiantes del LIFIA.

Resumiendo entonces, la incorporación de procesos al modelo de diseño de Rossi se realizó a partir de dos mecanismos. Por un lado “partieron” el modelo de diseño OOHDM con los conceptos desarrollados para el BPCF (“entidades” y “procesos”). Por otro lado, distinguieron flujos de proceso y navegación, definiendo distintas clases de páginas en el esquema de navegación del OOHDM, según se presentaban como “Nodos de Navegación” o “Nodos de Actividad” web.

El grupo de Konstanz también desarrolló un framework denominado “WebCoF” .Según lo describieron, este nuevo framework “ponía a disposición componentes web reutilizables con capacidad para aplicarse a una amplia gama de campos” (Schmid, 2003).

2.4. Análisis de la trayectoria.

La trayectoria de la cooperación se inició con un primer proyecto sobre el diseño de un framework para procesos de negocios (BPCF) y se bifurcó luego en dos líneas de trabajo. En una primera línea, dirigida por Schmid y en la que trabajaron estudiantes argentinos y alemanes, se continuó “extendiendo” y “mejorando” el BPCF. En una segunda línea, dirigida por Rossi y desarrollada fundamentalmente entre los directores del proyecto, se trabajó en un plano conceptual sobre la vinculación entre los resultados del

BPCF y el diseño de aplicaciones web. Sobre este último tema se presentó un segundo proyecto que resultó en la ampliación de la metodología de diseño orientada a objetos (OOHDM) elaborada por Rossi, incorporando en ella procesos de negocios. Se desarrollaron asimismo dos frameworks, el WACoF, diseñado en conjunto, y el WebCoF diseñado e implementado por el grupo de Konstanz.

Cada línea de trabajo implicó la configuración de redes tecno-político-económicas diferentes, alineadas por distintos actores y traducciones sobre el rol de elementos técnicos, humanos y organizacionales que las integraron. En este sentido, la trayectoria de la cooperación puede entenderse como una sucesión de momentos de dos redes tecno-político-ecnómicas. La primera, en torno al framework para procesos de negocios y, la segunda, en torno al diseño de procesos en aplicaciones web.

2.4.1. La red del *framework* para procesos de negocios.

La “red del *framework* para procesos de negocios” se originó cuando se formuló el primer proyecto y funcionó en torno al desarrollo del *framework* llamado *BPCF*. El “proyecto” fue el actor que la articuló, vinculando al coordinador por parte del LIFIA, al del grupo de Konstanz, los organismos políticos de CyT responsables de la cooperación, una empresa de seguros alemana, frameworks, componentes, patrones y objetos. El gráfico 14 representa la configuración de este primer momento de la red.

inicialmente poco conflictivo, respecto a qué temas incluir y en qué orden de prioridad.

En este espacio debieron articular conocimientos, tecnologías e intereses de sus respectivas agendas de investigación. Concretamente, integraron “patrones”, “componentes” y “objetos” subordinados a la construcción de un artefacto: un *framework* para procesos de negocios. Esta forma de estructurar distintos elementos técnicos como una relación medios-fines constituyó la traducción que alineó la red en este momento inicial y expresaba el aspecto semiótico de las relaciones de poder entre los coordinadores del proyecto. Claramente, el coordinador de Konstanz tradujo el eje de sus investigaciones como objetivo, argumentando la importancia de los *frameworks* para la construcción de software, en un momento el cual un framework como el de Java había tenido un fuerte impacto en el mercado internacional. Destacaba entonces que, en áreas de aplicación delimitadas, los *frameworks* constituían “infraestructuras necesarias” para organizar una composición adecuada de “componentes” de software. El resto de los elementos se definieron entonces como medios para la construcción de estos *frameworks*. Así, los “componentes” se entendían como “bloques de construcción de software reutilizables”, que se organizaban en función del framework. Como “bloques de software”, los componentes tenían también la misma funcionalidad que las “*Softwarebaukasten*” elaboradas por Schmid en sus trabajos previos, esto es, permitían armar programas a partir de partes programadas individualmente. Los componentes, podían además programarse utilizando la tecnología de “objetos”, por lo tanto, no aparecía una opción por una tecnología en detrimento de la otra, sino una posibilidad de integración. A partir de estas traducciones, el grupo del LIFIA integraba la red poniendo a disposición sus conocimientos sobre diseño orientado a objetos y también su experiencia en el desarrollo de “patrones”, como medio de sistematizar respuestas a problemas recurrentes, dentro del “paradigma de objetos”.

Pero había un elemento más que configuraba esta subordinación de líneas de investigación, ¿por qué el objetivo fue un *framework* “para procesos de

negocios en ambientes distribuidos” y no otro? La respuesta se hallaba en otro de los intermediarios que conformaba la red: una empresa de seguros alemana. Esta empresa estaba desarrollando junto con la FH-Konstanz un proyecto precisamente sobre este tema, de modo que se ligaba directamente a los objetivos del proyecto y jugaba un rol significativo en la micropolítica de las relaciones. Cabe recordar que la transferencia de resultados de la investigación a las empresas había pasado a ser un valor central en las políticas de ciencia y tecnología de ambos países y los investigadores lo percibían como un criterio importante en la evaluación de proyectos. A través del vínculo con la empresa y de sus experiencias previas de transferencia, el coordinador alemán tenía el poder de satisfacer este criterio para el proyecto conjunto. Para ello era necesario darle un lugar de prioridad en el mismo. La capacidad del coordinador alemán para satisfacer este criterio se sumaba además a una ventaja previa, de la cual carecía el grupo argentino. Se trataba de la experiencia del coordinador de Konstanz en la elaboración y presentación de proyectos para el financiamiento de distintas organizaciones alemanas. Esta habilidad avaló su posición para escribir el proyecto de cooperación, tomando así la primera iniciativa en función de los intereses del grupo de Konstanz.

No obstante esta posición de poder relativa, la subordinación de la agenda del LIFIA al objetivo establecido en el proyecto no fue total. La inclusión de subproyectos en el mismo permitió que los temas de interés central del LIFIA y sus propias investigaciones en curso quedaran incluidos, aunque débilmente interconectados como una serie de pasos sucesivos. De esta forma, cada grupo podía continuar con su propia agenda, contando con este marco de financiamiento para estancias de investigación en exterior. A la vez, esto dio un margen para que el proyecto pudiera redefinirse en torno a otro eje, una vez comenzada su ejecución.

Hasta aquí entonces, se observa que el proyecto se construyó sobre una serie de traducciones respecto a la función que cumplía cada elemento técnico en el mismo y, consecuentemente, cada grupo de investigación. A partir de estas traducciones el proyecto alineó la red subordinando el rol del grupo del

LIFIA, así como sus conocimientos y agenda de investigación a los fines del grupo de Konstanz y a su trabajo con una empresa alemana. Las relaciones de poder en un nivel micro-político explican también por qué se produjo esta alineación y no otra, a la vez que evidencian que el predominio de la agenda del grupo de Konstanz no era total, pues se debió dar un espacio para las líneas prioritarias del grupo del LIFIA a través de subproyectos. No se trató entonces de relaciones puramente de dominio y subordinación, sino que la necesidad de acordar un proyecto común en el marco que ofrecían los gobiernos, abrió espacios de negociación entre los grupos.

En cuanto al segundo ámbito de circulación del proyecto -entre científicos y organismos políticos- el proyecto constituyó un instrumento de evaluación. Como tal les permitía a la SECyT y a la Oficina Internacional del BMBF seleccionar un conjunto de intercambios técnicos a financiar con fondos estatales. Para estos organismos el formulario del proyecto era un medio para comprobar que esta asignación de recursos se realizaba de acuerdo con las áreas prioritarias acordadas (“pertinencia”) y cumpliendo requisitos de “calidad” académica.

Como se describió anteriormente, el proceso de selección tenía sus particularidades en cada país, siendo más complejo en Argentina y más sencillo en Alemania (ver extremo derecho del gráfico 14). Esta diferencia local en los procesos de selección era, en parte, consecuencia de las asimetrías de recursos disponibles para ciencia y tecnología en cada país, que hacían más estricta la selección en el caso argentino y más flexible en el caso alemán. Por otro lado, reflejaba las diferencias en el modo de integración de las interfases político-científicas (PC) de la red dentro de cada país. En Alemania no había una instancia científica externa al asesor en tecnologías informáticas designado por la Oficina Internacional del Ministerio de Educación e Investigación, que interviniera en la selección. De este modo, la oficina actuaba en sí misma como interfase, equilibrando criterios científicos y políticos en un solo proceso de consulta. En Argentina, en cambio, había una instancia de evaluación externa al asesor científico y al área de cooperación de la SECyT, que tenía un peso significativo en el

momento de selección los proyectos: la Agencia de Promoción Científica y Tecnológica. Se trataba de una instancia burocrática que intentaba ser un mecanismo neutral para seleccionar proyectos de calidad a partir de criterios científicos y que tenía el primer veredicto en la evaluación. Los restantes pasos, se basaban sobre esta primera definición. Como consecuencia, en Argentina prevalecían los criterios de evaluación científica por sobre la pertinencia o la aplicabilidad de los resultados esperados. En términos de los elementos locales de la red, esto significaba que predominaba el “polo científico” por sobre el “político” en el proceso de selección.

Luego de que tuvieran lugar estos procedimientos en cada país, los proyectos eran considerados por el área de Relaciones Internacionales de la SECyT y la Oficina Internacional alemana, en un ámbito denominado comisión mixta⁹⁵. El “Acta de la Comisión Mixta” explicitaba sólo el acuerdo sobre la lista de proyectos seleccionados, sin brindar detalles de las evaluaciones o valoraciones respecto de cada uno⁹⁶.

Como intermediario entre los polos “científicos” y “políticos” de la red el proyecto fue también el instrumento formal de coordinación de misma. Como tal, proveía los acuerdos alcanzados por los científicos en cuestiones “técnicas” y los elementos para evaluar la propuesta de acuerdo con los criterios acordados por ambos países (pertinencia y calidad). Funcionó entonces como instrumento para acceder a fondos públicos, alineado y coordinando de esta manera todos los elementos de la red. En este momento inicial el proyecto hizo posible un alto grado de convergencia de la red.

Sin embargo, considerado como artefacto, el proyecto no era entendido de la misma forma por todos los actores y cada integrante de la red le asignaba un significado diferente. Para los científicos fue un “marco general de

⁹⁵ Podía tener la forma de una reunión entre funcionarios de ambos organismos o bien de un intercambio de notas. Constituía la instancia bilateral que ratificaba los proyectos a financiar en función de las evaluaciones anteriores, registrándolos en el documento “Selección de Proyectos”.

⁹⁶ Podía haber discusiones entre los asesores científicos de cada país, en casos donde hubiera mucha diferencia de criterio y ellos llegaban a un acuerdo. No hay memoria de que en el caso de los proyectos del área TI se produjera esta última situación, pero tampoco hay registros.

intercambio”, que no esperaban seguir paso a paso y que funcionaba como un medio para financiar intercambios. Como marco general resultaba útil para enviar estudiantes al exterior y escribir trabajos conjuntos. En contraste, para los organismos políticos la noción de “proyecto”, trascendía el documento escrito e implicaba un programa de actividades conjuntas en función de un objetivo, que pretendían evaluar anualmente. Estas diferencias no alteraron el grado de convergencia de la red en este primer momento, pero incidieron en su desaparición como intermediario en el momento posterior de implementación.

2.4.2. Marco tecnológico compartido.

Tanto en el inicio de los contactos como en la formulación del proyecto hubo un elemento que facilitó una base de acuerdo. Se trataba de un marco tecnológico compartido respecto a cómo programar software.

Los grupos hacían referencia al “paradigma de objetos” como la forma de desarrollar software que había “reemplazado” a la programación estructurada. Este “paradigma” compartido puede entenderse como un marco tecnológico constituido a partir de definiciones sobre problemas y soluciones. Este “marco tecnológico de objetos” definía como problema general que la producción y el mantenimiento de software construido bajo los principios de la programación estructurada era ineficiente, dados los costos y la intensidad de trabajo que requería. La solución que proponían era programar partes independientes y reutilizables. Esta solución valía tanto para programar frameworks como aplicaciones de hipermedia, que eran los ejes de investigación del grupo de Konstanz y del LIFIA respectivamente.

La definición de problema y solución descriptos reflejaban una visión económica acerca del proceso de industrialización del software. El marco tecnológico de objetos implicaba que el desarrollo de software debía ser “eficiente” y permitir una rápida inclusión de productos en el mercado. A la vez, el producto debía ofrecer “flexibilidad” para ser modificado, facilitando a los programadores su mantenimiento. Como se explicó en el capítulo III,

estas características constituían una definición del software como “producto industrial”. El desarrollo de software se concebía en este marco como un proceso susceptible de estandarización, basado en definiciones técnicas universales –*granularización*, abstracción, reutilización-, e independiente de condiciones de producción locales. Estaba orientado a sistemas tecnoproductivos donde el software se aplicaba crecientemente en diversos sectores industriales, requiriendo la estandarización y el control de su proceso de desarrollo, así como sus posibilidades de modificación. Pero su difusión en el ámbito científico como tendencia del campo, le daba validez para sistemas donde esto no era necesario y el software podía generar empresas de servicios de pequeña escala, desarrollando programas específicos. Precisamente era el carácter “deslocalizado” de las definiciones de este marco tecnológico el que facilitaba el consenso entre investigadores insertos en diferentes Sistemas Nacionales de Innovación.

Esta visión económica acerca de la producción de software tenía su correlato social en la formación de profesionales informáticos que aprendían a “pensar” el desarrollo de software bajo estos supuestos y que en el caso de Argentina se hallaba predominantemente agrupada a mediados de los ‘90 en la Universidad de La Plata. La investigación en el LIFIA y en la FH-Konstanz se realizaba también dentro de esta visión. De esta manera, la concepción del software como producto industrial y la orientación de la formación e investigación en el campo de la informática para su desarrollo como tal, constituían definiciones centrales de este marco tecnológico, compartidas por ambos grupos, independientemente de las características institucionales y de sus contextos locales.

2.4.3. Desarrollo de los intercambios.

La fase de implementación del proyecto a través de los intercambios de estudiantes constituyó un segundo momento de esta red (gráfico 15) En este caso el principal intermediario entre los investigadores ya no fue el proyecto -lo cual refleja su carácter coyuntural y las debilidades de su flexibilidad

como interfase entre ambos coordinadores para explicitar acuerdos y articulaciones entre diferentes sentidos atribuidos a las tecnologías y racionalidades. Los estudiantes alemanes, en cambio, destinaban el tiempo de sus estancias en Argentina para desarrollar sus trabajos de “*Diplom*” y fue menor su aporte a los papers conjuntos. Estos *Diplom* constituyeron intermediarios entre los estudiantes de Konstanz, el coordinador alemán y la empresa de seguros y se orientaban a dar respuesta a las demandas de esta última, trabajando esencialmente en la incorporación de tareas al framework. Eran por lo tanto resultado de relaciones de doble vía entre estos tres elementos de la red.

Como intermediarios entre coordinadores y estudiantes, los papers alinearon conceptos técnicos que constituyeron el diseño de los *frameworks* y formaron la base para su posterior programación. De esta manera, se integraron como fase inicial del “BPCF programado”.

El *framework* para procesos de negocios que llamaron BPCF se presentó en dos papers. En el primero predominaron los conceptos y el estilo de redacción, más rígido, del coordinador alemán. Tanto sus conocimientos respecto al flujo de trabajo en empresas y al diseño de frameworks, como su relación jerárquica respecto a los dos estudiantes argentinos -que aún no habían completado la carrera de grado- explican este predominio inicial.

En el segundo paper predominó, en cambio, el estilo del grupo del LIFIA. En este caso los estudiantes tuvieron un margen más amplio para “mejorar” el framework, pues Schmid consideraba cumplido el trabajo de diseño y se concentró más en su extensión o aplicación. Para los investigadores del LIFIA el framework no estuvo bien definido hasta este segundo paper.

¿Qué rol jugaron los otros intermediarios de la red? El dinero para los intercambios (\$) y la presentación de “informes” anuales sobre la evolución del proyecto constituían, en conjunto, los mecanismos de coordinación de la red. La aprobación de los informes, que contenían tanto lo realizado como el plan para el año siguiente, era el requisito para la adjudicación de recursos un nuevo año, asegurando así la continuidad de la cooperación y el

funcionamiento de la red. En los informes, los papers se mencionaban como resultados del trabajo conjunto. Si bien su sola mención no permitía evaluar la calidad de los mismos ni de los resultados técnicos alcanzados, funcionaban allí como indicadores de avance de la cooperación cada año. La misma función cumplía asentar el detalle de los estudiantes que viajaban a cada país. Ambos elementos mostraban que el proyecto se ejecutaba y les daba acceso a fondos.

Sin embargo, como mecanismos de coordinación, los informes tenían una debilidad para sostener la convergencia de la red: tenían formatos distintos, se escribían en idiomas diferentes y se presentaban sólo en el ámbito de cada país.

En cuanto al formato, el Ministerio alemán ponía énfasis en los detalles de “*qué*” se había hecho, preguntando sobre la evolución del proyecto en relación con el tiempo, el cumplimiento del plan y los cambios al mismo. El formato de la SECyT proirizaba “*quienes*” habían hecho. La ejecución del proyecto se medía en función de las misiones de intercambio realizadas, donde las actividades no tenían una entidad propia, sino que eran derivación de quién había viajado. La otra gran diferencia se hallaba en las preguntas relativas a los resultados, que en el caso alemán preguntaban directamente por la transferencia a empresas y patentes y en el argentino, no.

Es importante destacar el carácter local de este momento y la brecha que se producía en la interacción local-externo debilitando el alineamiento y coordinación de la red. Los contenidos de las evaluaciones resultaban inaccesibles para las todas las partes. Cada grupo escribía su informe al organismo de gobierno en su propio idioma y según los contenidos solicitados. Circularon entonces sentidos de funcionamiento de los artefactos y de los resultados de la cooperación que eran diferentes en cada país, dificultando tanto el grado de alineamiento como de coordinación de la red. Así, en la fase de implementación del proyecto el grado de convergencia de la red disminuyó.

Esta menor convergencia era significativa para la red “binacional” en su conjunto, pero no excluía distintos niveles de convergencia entre los elementos locales de cada país. En Alemania se observaba un mayor grado de convergencia que en Argentina. Incluso los informes anuales funcionaban como un mecanismo de coordinación local fuerte. En ellos el coordinador alemán hacía explícita la forma en que los resultados de la cooperación se articulaban con los objetivos de su grupo de investigación y se transferían a empresas locales. Estudiantes y empresas alemanas, la FH-Konstanz y el *framework* resultante se alineaban y coordinaban generando a una red local más convergente.

2.4.4. Red de procesos de negocios en aplicaciones web.

La investigación sobre procesos de negocios en aplicaciones web que los grupos comenzaron a partir de fines de 1999, configuró una nueva red en el desarrollo de la cooperación.

Este nuevo eje de trabajo fue impulsado por diversos factores. Por un lado, el crecimiento sorprendente de las páginas web como herramientas de comercio, había convertido el diseño de aplicaciones web en un área de investigación central en el campo de la informática. Tanto el coordinador del LIFIA, como el de Konstanz percibieron que investigar en este área resultaba importante si querían tener un lugar dentro del campo en el plano internacional. Por otro lado, y en estrecha relación con esta tendencia, el grupo argentino buscaba dar un lugar a sus propias investigaciones dentro del proyecto cooperación y vincularlas con los resultados obtenidos sobre procesos de negocios. La primera traducción que alineó la nueva red fue precisamente que podía haber una articulación entre el diseño de aplicaciones web y el de procesos de negocios.

Como consecuencia, la investigación sobre procesos de negocios en aplicaciones web fue entendida por el grupo del LIFIA como la “fusión natural” de las principales líneas de trabajo de cada grupo.

un espacio de definición y articulación de elementos técnicos, sino que eran el punto de vinculación de toda la red. Los intercambios entre los coordinadores y los estudiantes, tomaron en ellos la forma de acuerdo sobre cómo introducir los conceptos de procesos en el modelo OOHDm. De la misma manera que en la red del *framework* para procesos de negocios, las etapas de investigación tuvieron como objetivo la elaboración de estos papers, de modo que los recursos de los organismos políticos se destinaron a su construcción. Finalmente, los papers también formaban parte de los informes anuales que habilitaban la asignación de fondos.

El “paper 1” constituyó un primer intermediario entre los grupos, donde comenzaron a trabajar algunos aspectos de procesos y aplicaciones web. Se concentraron aquí en el problema de la fase de demora de los “servlets” de la plataforma de Java y presentaron el diseño del “*Web Activity Component Framework*” (“WACoF”) que lo resolvía. El paper vinculaba estos tres elementos técnicos y fue la base de argumentación para presentar el segundo proyecto de cooperación.

Los “papers 2 y 3” fueron, en cambio, los actores que alinearon la red. En ellos Schmid y Rossi dieron forma a la “extensión” del OOHDm con los conceptos de procesos. Ambos papers integraban aspectos del “BPCF” y del modelo “OOHDm adaptado a la web”.

Ambos trabajos alinearon la red a partir de una traducción que articulaba las agendas de investigación de ambos grupos. Básicamente, los investigadores del LIFIA habían observado que había una lógica de procesos que guiaba la navegación en algunas aplicaciones web. Suponían que era posible hacerla explícita en un modelo de diseño como el OOHDm, si se agregaban al mismo los conceptos de procesos de negocios desarrollados previamente. Si bien Schmid había argumentado que no tenían “resultados aplicables” del BPCF para esto, la traducción hizo posible alinear la red porque hacía referencia a la fase de diseño y no a la fase de implementación. Eran los conceptos desarrollados en torno a problemas y soluciones del “diseño” de procesos de negocios los que podían aplicarse.

La vinculación entre procesos y aplicaciones web les permitió a los investigadores seguir utilizando hasta el 2001 el mismo marco del proyecto de cooperación aprobado y presentar luego una segunda propuesta. De esta manera, tanto la “SECyT” como la “Oficia Internacional” del ministerio alemán integraron la red con el mismo sentido que en la red del BPCF – proveedores de recursos (“\$”) para las estadias de investigación-. Lo que circulaba entre estos organismos y los investigadores eran los “informes” de avance del proyecto, a partir de los cuales aportaban los recursos (ver lado izquierdo del gráfico 16). En estos informes se dio cuenta del giro que había tomado la cooperación⁹⁸ y se mencionaron las publicaciones al respecto, mostrando una línea de continuidad entre el tema inicial y este nuevo.

La presentación de estos “informes” de avance constituyó el mecanismo de coordinación de esta nueva red. El mismo resultó, sin embargo, sumamente débil. Como se describió para el caso de la red de procesos de negocios, estos informes sólo circulaban en el ámbito de cada país, con formatos distintos y redactados cada uno en el idioma local.

A la debilidad del mecanismo de coordinación, se sumó la debilidad de la traducción que alineaba la red. El problema fue que la articulación entre el modelo OOHDM y los procesos de negocios fue limitada y no logró realmente la integración de ambos elementos. La estructura y el lenguaje del modelo OOHDM –links, nodos, etc.- se superponían con los conceptos de procesos –actividad, flujo de actividad-. Este punto reflejaba una discusión conceptual entre Rossi, quien pensaba a partir de los conceptos de la hipermedia como “nodos” y “links”, y Schmid que lo hacía en términos de actividades secuenciales que constituían a un proceso a partir de su ejecución. La diferencia quedó saldada en una división del espacio de diseño entre un conjunto de “nodos de entidad” (navegación) y un “contenedor de nodos de actividad” que encerraba el proceso (Gráfico 13). La forma de articularlos fue diseñar gráficamente, dentro del modelo conceptual del

⁹⁸ El informe alemán de ese año daba cuenta de que este último trabajo fue producto de un cambio en el subproyecto 4, originalmente orientado a analizar problemas del OO-Navigator Framework desarrollado por LIFIA y aplicabilidad de patrones analizados en subproyectos previos.

OOHDM, un espacio aislado para representar los procesos y los flujos de actividad que lo constituían. El vínculo entre ambos se definió como “transiciones” entre uno y otro espacio. Tanto la estructura del OOHDM como los conceptos que definían el *framework* para procesos de negocios impusieron así un límite a las posibilidades de integración de las líneas de investigación de cada grupo, generaron discusiones y desentendimientos entre los coordinadores y desalentaron las expectativas de trabajo futuro, debilitando el grado de convergencia de la red.

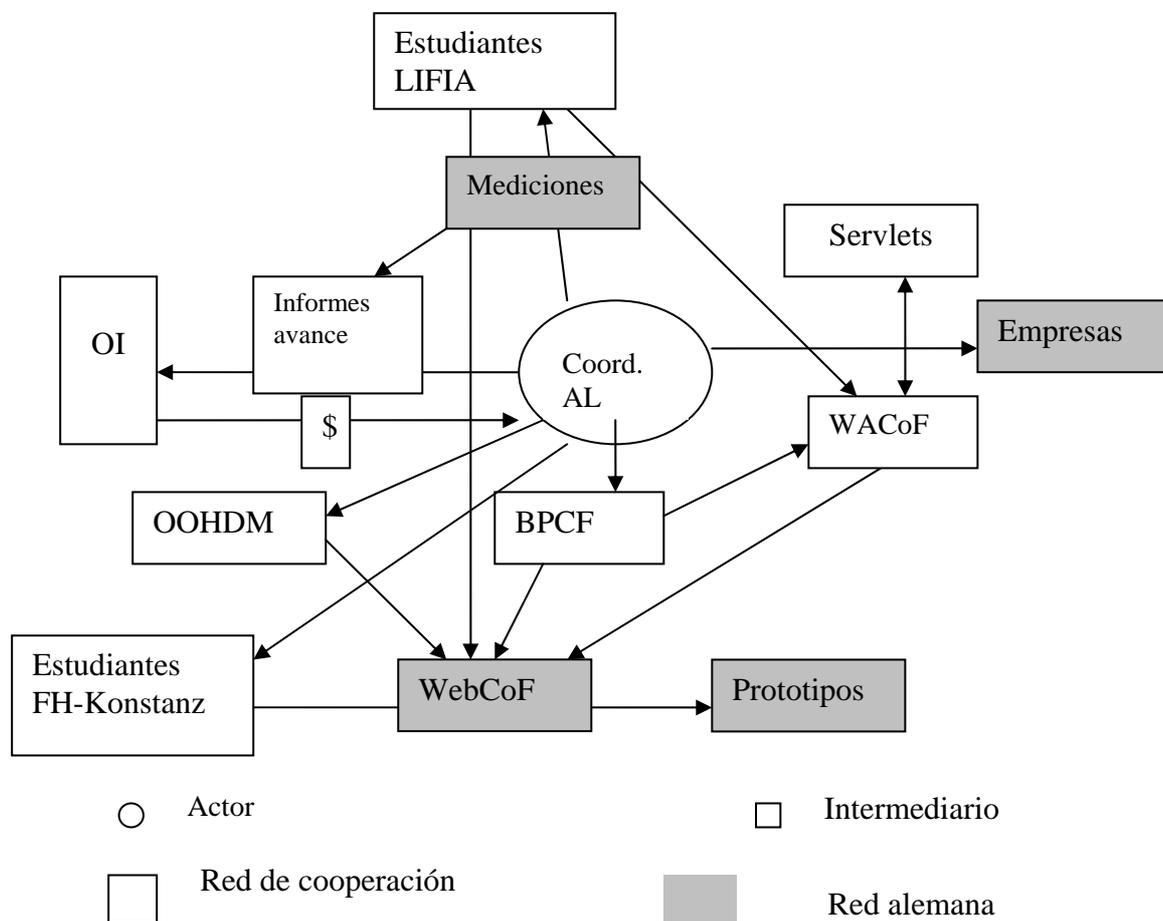
Dado el carácter de sus actores e intermediarios, esta red puede caracterizarse como “tecno-política”. No obstante su yuxtaposición con una red local alemana la extendió vinculando así un “polo económico”.

2.4.5. Red alemana de procesos de negocios en aplicaciones web.

Paralelamente a la red de la cooperación, y en yuxtaposición con ésta, se configuró una “red alemana de procesos de negocios en aplicaciones web” en torno al nuevo eje de investigación. Pero, ¿por qué hablar de redes yuxtapuestas y no de una misma red más extensa? La respuesta se halla en que no sólo se trataba de una agregación de elementos locales a la red de la cooperación, sino que los elementos comunes a ambas se alinearon en función de traducciones diferentes.

Esta red fue alineada por el coordinador de Konstanz, articulando algunos elementos de la red de cooperación en función de proyectos locales. La red incluía además tres intermediarios “alemanes” que no estaban directamente integrados la red de cooperación: dos “prototipos” publicados en la revista de la FH-Konstanz, un framework llamado “*Web Component Framework*” (“WebCoF”), unas “mediciones” encargadas por Schmid a los estudiantes del LFIA y dos “empresas” de software. El gráfico 17 muestra los elementos de la red destacando con color gris los intermediarios ausentes en la red de cooperación.

Gráfico 17: Red alemana de procesos de negocios en aplicaciones web.



El primer trabajo relativo a procesos y aplicaciones web, se habían centrado en el problema de la fase de demora que producían los servlets de la plataforma de Java con relación al flujo de proceso. Este primer paper ocupó un lugar secundario en la red de la cooperación descrita anteriormente, pero abordaba un tema que era central para el grupo de Konstanz. Tanto el problema como la solución que aportaba el framework WACoF, respondían al trabajo de la FH-Konstanz con dos empresas de software (lado derecho del gráfico 17) sobre la adaptación del BPCF a la plataforma de Java y a la navegación (utilizando un web-browser). El proyecto con estas empresas

incluía entonces estas dos últimas tecnologías que eran desarrollos externos a los grupos del LIFIA y de Konstanz, pero centrales para el sector de la informática y de amplia difusión global entre las empresas. Estas características hacían necesario adaptar el BPCF para que pudiera usarse sobre la plataforma de Java y vincularse con un programa de que permitiera la navegación en la web. Se trataba por lo tanto de resolver problemas de “arquitectura” para utilizar el *framework* junto con otras tecnologías de amplia difusión.

En este primer paper, Schmid vinculó los conocimientos adquiridos en el proceso de cooperación con el grupo del LIFIA en función de su proyecto local con estas empresas. Este proyecto local explica el lugar central que el coordinador de Konstanz atribuyó a este tema en la presentación del segundo proyecto en el formulario alemán, ausente en el argentino. Constituía para el grupo de Konstanz el objetivo central del proyecto de cooperación, al cual vinculaban un trabajo académico más amplio junto con el LIFIA en torno a la extensión de la metodología de diseño OOHDM.

Cuando los grupos avanzaron un poco más en el trabajo sobre procesos y aplicaciones web y presentaron el segundo proyecto, el trabajo de Konstanz se concentró en aplicar los resultados al diseño e implementación de un nuevo framework: el WebCoF. Como muestra el gráfico, éste resultaba de la combinación de elementos del framework BPCF, el modelo OOHDM y el framework WACoF. El trabajo local de Schmid con estudiantes de la *Fachhochschule* resultó en el diseño de prototipos de aplicación basados en este nuevo framework que se presentaron en la revista de la FH-Konstanz (ver parte inferior del gráfico). De esta forma, los elementos de la red de cooperación contribuyeron al aprendizaje de los estudiantes de Konstanz, pero tuvieron un espacio de difusión local acotado al ámbito de la *Fachhochschule*.

Como se aclaró inicialmente, la alineación de los elementos de la red de cooperación en esta red local se realizó a partir de traducciones diferentes, lo cual justifica la distinción de “una red alemana”. Mientras que en la red de la cooperación (gráfico...) los resultados de la articulación entre el

framework BPCF y el modelo OOHDM fueron alineados en los “papers” como una “extensión del OOHDM”, en la red alemana se alinearon en el desarrollo de un artefacto, “WebCoF” “para mejorar el desarrollo de aplicaciones”. De esta manera, la función de los intermediarios de la red de cooperación quedaba resignificada o traducida de otra forma en la red alemana.

¿Cómo se integraron los estudiantes del LIFIA a esta red? Lo hicieron fundamentalmente a partir de las “mediciones” que les solicitó Schmid para evaluar la eficiencia de los frameworks e interviniendo también en la programación del WebCoF. Como muestra el gráfico, las mediciones no fueron sólo un intermediario entre Schmid y los estudiantes del LIFIA y entre éstos y los frameworks, sino un elemento central de los “informes” de avance que presentó Schmid a la Oficina Internacional (“OI”). A partir de ellas, el coordinador alemán tradujo cuantitativamente en los informes que los *frameworks* desarrollados “mejoraban la eficiencia en la producción de software”.

En estos “informes”, el coordinador alemán mencionaba la vinculación del proyecto con empresas locales, las ventajas de los *frameworks* desarrollados y los prototipos de aplicación de los estudiantes. Logró así traducir la utilidad local que tenía la cooperación con Argentina como “desarrollos transferidos” y “prototipos transferibles”, en concordancia con la prioridad que el “polo político” de la red alemana daba a la aplicación de resultados. La respuesta de la Oficina Internacional era entonces la continuidad del financiamiento para los viajes (“\$”) y el consecuente mantenimiento de la red. Se trataba así de una red “tecno-politico-económica” larga que integraba todos los polos (científico, tecnológico, político y mercado). Mientras el polo económico era local, el polo científico pertenecía a la red bilateral.

El requisito formal “presentación de informe anual-evaluación-asignación de recursos”, que seguía un circuito estrictamente local, funcionaba como mecanismo de coordinación de la red. Los informes presentados por Schmid satisfacían los criterios de evaluación de la Oficina Internacional, mostrando tanto avances en el campo de la investigación como transferencia local de

los resultados, y facilitaba la asignación de recursos para viajes a la Argentina.

Resumiendo entonces, la red alemana de procesos de negocios en aplicaciones web, se alineó a partir de una serie de traducciones: (a) “la articulación entre el framework BPCF y el modelo OOHDM permitía construir nuevos *frameworks*”; (b) “estos *frameworks* mejoraban la eficiencia de la construcción de aplicaciones”; (c) “la cooperación con Argentina contribuía a la formación de estudiantes alemanes y permitía transferir resultados a la industria alemana”; (d) “estos resultados justificaban la asignación de recursos alemanes para la cooperación”. Estas traducciones se reforzaban en el mecanismo de coordinación de la red, en tanto alineaban el contenido de los informes con los criterios de evaluación de la Oficina Internacional, y conducían a un alto grado de convergencia.

Resulta significativo que el mecanismo de coordinación que contribuía a la convergencia de la red alemana, era el mismo que debilitaba el grado de convergencia de la red de la cooperación. La circulación exclusivamente local del informe alemán y su estructura diferente al argentino, contribuía a alinear una red local con intermediarios ausentes en la red de cooperación y traducciones distintas a las que se reflejaban en los informes argentinos.

2.4.6. Flexibilidad interpretativa y articulación de estilos socio-técnicos.

El grupo del LIFIA y el de Konstanz atribuían significados diferentes al concepto de *framework* y en consecuencia asignaron sentidos de funcionamiento y utilidad distintos al BPCF desarrollado en conjunto.

Para los investigadores del LIFIA un *framework* era esencialmente un diseño, un modelo que describía cómo organizar y relacionar elementos de un software. Esta concepción implicaba que los elementos de un *framework* debían hacerse “explícitos” y “publicarse”. En consecuencia, para este grupo del LIFIA un *framework* funcionaba cuando sus elementos se describían adecuadamente en un texto.

Para el grupo de la FH-Konstanz, en cambio, un *framework* era esencialmente un programa que facilitaba la programación de otras aplicaciones, proveyendo una base de componentes que no era necesario programar en ellas y simplificando así la tarea de los desarrolladores. El funcionamiento de un framework lo definían una vez que este se programaba y se ejecutaba en un equipo de hardware.

Estas nociones reflejan la consecuente flexibilidad interpretativa que tuvieron los *frameworks* desarrollados y la dificultad que encontraron para clausurar su significado.

Luego del primer paper sobre el BPCF los argentinos consideraron que era necesario “mejorar” este *framework* en lugar de seguir “extendiéndolo” como habían hecho los estudiantes alemanes. En la visión de uno de los investigadores del LIFIA, el problema era que el *framework* “no era bueno desde el punto de vista del diseño”. Las principales diferencias, que definió como “diferentes puntos de vista”, residían en que los alemanes “..estaban más preocupados por aspectos como la *performance*”, es decir el rendimiento y la eficacia del framework, y esto “les impedía realizar un diseño mejor” (Cristaldi, 2004). El significado de diseño “malo” para los argentinos se correspondía con la noción de diseño como “conjunto de instrucciones” para los alemanes, de modo que la flexibilidad del concepto resultaba conflictiva e impidió clausurar el artefacto en un primer paper. La solución a este conflicto fue la elaboración de un segundo artículo, realizado por los estudiantes argentinos, que, en comparación con el primero, resultaba más amplio y detallado para el lector.

El grupo de Konstanz definió, en cambio, el funcionamiento de los frameworks, no en términos de su diseño, sino de su implementación. En el caso del framework “BPCF” consideraron tanto las ventajas que ofrecía a los “usuarios”, como las que ofrecía a los “desarrolladores”. El framework “funcionaba” porque les daba “mayor libertad” a los usuarios en la ejecución de un proceso - podía ser guiado por las actividades y por sus propios ingresos-. Funcionaba también para los programadores porque implicaba una “disminución importante en los gastos”, gracias a que usando

los componentes de negocios que proveía, “sólo requerían desarrollar y programar el contenido específico de una actividad” para distintas aplicaciones. En este sentido también resultaba importante que las “sub-actividades” o “actividades básicas” pudieran reutilizarse en distintos componentes, creando “actividades compuestas” “...con poco esfuerzo, si resultaba posible delegar trabajo a las actividades existentes” (Schmid, Cristaldi y Jacobson, 2001). Flexibilidad para el usuario y simplificación para el programador constituían la utilidad del BPCF para el grupo de Konstanz.

Algo similar ocurrió con el segundo proyecto. Para los investigadores del LIFIA, el *framework* “WACoF” fue esencialmente un “diseño” expresado en un paper, que combinaba conceptos de navegación y procesos y explicaba como “reutilizar” distintos componentes. Para ellos, el resultado del segundo proyecto, fue la “extensión” del modelo OOHDM y funcionó cuando pudieron expresar, en forma gráfica y textual, la incorporación de conceptos del diseño de procesos al modelo. De esta forma, el grupo de LIFIA clausuró el sentido de estos artefactos en un nivel más abstracto de “modelado”.

El grupo de Konstanz, en cambio, definió el funcionamiento de los dos *frameworks* (WACoF y WebCoF) a partir de la “eficiencia” de su utilización. Para ellos un *framework* no era sólo un diseño, era un código programado. De esta forma, el grupo de Konstanz clausuró el artefacto en un nivel posterior de implementación y utilización. Los *frameworks* funcionaron porque hacían más eficiente el desarrollo de aplicaciones y esto lo demostraron a partir de mediciones sobre la “rapidez” de la programación y sobre el “grado de reutilización” de componentes.

La particularidad de la flexibilidad interpretativa de los frameworks es que no implicaba significados excluyentes. Las definiciones sobre los artefactos variaban según la relevancia atribuida por cada grupo a distintas fases del proceso de desarrollo de un software. Como consecuencia, cada grupo “clausuraba” para sí el framework en distintas fases. Mientras el LIFIA lo

hacía en la fase de diseño, el grupo de Konstanz lo hacía en su fase de aplicación.

Estas diferencias sobre la noción de funcionamiento del framework pueden comprenderse mejor considerando los estilos de cada grupo. Para el grupo del LIFIA esta investigación se hacía en un marco académico, con el objetivo de elaborar papers a presentar en congresos o artículos para publicar en revistas especializadas. Esta concepción refleja dos aspectos del estilo: una modalidad de trabajo “orientada por eventos académicos” y la búsqueda de resultados de “difusión científica”. Responde también al tipo de aprendizaje que constituía el estilo del LIFIA y que excluía las relaciones usuario-productor como fuente del mismo. Considerando estas características del estilo se comprende que la definición de un “diseño mejor” implicaba un mayor grado de creatividad, válido en la descripción escrita de un modelo abstracto. Bajo esta concepción, los estudiantes argentinos consideraban “sucio” o “rígido” el diseño del framework desarrollado por los alemanes. El objetivo del grupo del LIFIA era desarrollar un “buen diseño”, de modo que un framework “funcionaba” si era posible explicitarlo claramente en un trabajo escrito. En este sentido, también los investigadores del LIFIA se consideraban a sí mismos como más “arriesgados” que los alemanes.

En cambio, el estilo de Schmid y los estudiantes de la FH-Konstanz se caracterizaba por un tipo de aprendizaje basado en la interacción con usuarios y artefactos y una modalidad de trabajo orientada por proyectos, fundamentalmente locales. Estas características del estilo explican su orientación a traducir los resultados de un modelo abstracto de investigación, en un conjunto de pasos sistemáticos para desarrollar artefactos, en este caso, frameworks que facilitaran el desarrollo de aplicaciones necesarias en una empresa. Para los alemanes un diseño funcionaba esencialmente como un conjunto de instrucciones aplicables, más que como un modelo conceptual creativo. Esta orientación a transferir resultados respondiendo a demandas y compromisos con una empresa,

limitaba también una actitud “más arriesgada” por parte del grupo de Konstanz.

A medida que se desarrolló la trayectoria de la cooperación, los grupos fueron definiendo estas diferencias de estilo como “fortalezas complementarias” que cada grupo había demostrado. Concretamente se refirieron a las habilidades y experiencias del LIFIA en el “modelado” o diseño de software, y a las de la FH-Konstanz en “arquitecturas e implementación”. Las diferencias de estilo se integraron entonces a partir de una división de tareas que coincidía con la definición del problema en que cada uno puso énfasis

A partir de la combinación de estilos en fases de un mismo proceso, el segundo proyecto agrega un elemento más para el análisis de la trayectoria. La intervención del grupo de Konstanz en la fase de implementación y aplicación de los frameworks incluía los desarrollos conceptuales de la fase de diseño, de modo que estos últimos quedaban incorporados en los programas resultantes facilitando la apropiación de los mismos por parte de los actores alemanes. Asimismo, el trabajo en fases posteriores al diseño ampliaba los campos de investigación del grupo de Konstanz en torno a problemas concretos definidos por las empresas usuarias respecto a la interacción de los frameworks con otros programas como “applets” y “servlets” que contenía la plataforma de JAVA. Estos problemas de “arquitectura” sólo parecen susceptibles de detectarse a partir de la experiencia de utilización de los frameworks una vez programados y derivan en un tipo aprendizaje interactivo entre usuarios e investigadores, que fue ajeno al grupo del LIFIA.

2.4.7. Declive de la cooperación

La trayectoria de la cooperación fue declinando hasta que el vínculo entre los grupos se desvaneció. Este declive se explica por la conjunción de diversos factores sociales, económicos y tecnológicos que incidieron particularmente en la dinámica de los intercambios.

Entre los factores sociales, tuvo especial relevancia el modo en que se organizaron las estadías de investigación. Los intercambios fueron esencialmente entre estudiantes de grado, y sólo en dos casos las utilizaron los coordinadores de los proyectos. Esta característica constituye un claro indicador de la función que tenían estos proyectos para los grupos: un medio para promover la formación de estudiantes en el exterior. Las relaciones estudiante-profesor constituían un vínculo jerárquico que funcionó de distintas maneras en uno y otro país, tanto por razones culturales como por cómo se programaron las estadías de investigación. Las estadías de los estudiantes argentinos en Alemania se definieron a partir de objetivos muy generales, sin contemplar un plan de trabajo acotado y organizado para avanzar en sus tesis de grado. Una vez en Alemania, estos estudiantes trabajaron en forma directa con el coordinador alemán del proyecto, quien organizaba sus tareas tanto en función de las publicaciones conjuntas acordadas con Rossi, como en función de sus proyectos locales. Los investigadores argentinos desconocían el marco general y los objetivos de estos trabajos que Schmid calificaba como “secretos” al ser parte de contratos con empresas locales. Por otra parte, la relación estudiante-profesor resultaba esencialmente jerárquica, lo cual limitaba el rol de los estudiantes argentinos en las discusiones conceptuales sobre los trabajos que realizaron en conjunto. En consecuencia, éstos ocuparon el lugar de intermediarios en las discusiones entre Rossi y Schmid, pero no tenían un reconocimiento por parte del coordinador alemán que les permitiera resolverlas⁹⁹. Como resultado, su trabajo fue derivando en tareas cada vez menos “creativas” (diseñar) y más “técnicas” (programar y realizar mediciones).

En el caso de las estadías argentinas en Alemania, la definición de un vínculo esencialmente jerárquico entre los estudiantes y el profesor alemán, sumado la falta de un plan de trabajo acotado y definido entre los estudiantes y el director del grupo del LIFIA, creó las condiciones para que

⁹⁹ En la entrevista realizada a Schmid, éste los caracterizó como “simplemente buenos programadores” lo cual refleja la limitación que imponía para las discusiones conceptuales Schmid, Hans (2005). *Entrevista realizada el 6 de abril de 2005*.

el trabajo en Alemania se realizara en función de las demandas locales y fuera perdiendo interés para los estudiantes. En estas condiciones, los viajes a Alemania tampoco fueron un aporte para las tesis de grado de los integrantes del LIFIA, sino que al contrario contribuyeron a demorarlas.

¿Cómo funcionaron por su parte las estadías de investigadores alemanes en el LIFIA? Éstas fueron mucho más pautadas y definidas con el coordinador alemán como parte de sus trabajos de *Diplom*. En el comienzo, el contacto con el director del grupo del LIFIA resultó, menos directo, pues los primeros trabajos estaban estrictamente definidos en función del eje de investigación del grupo de la FH-Konstanz sobre la construcción de *frameworks*. La presencia de Schmid a través de la definición y dirección de los trabajos de *Diplom* resultó mucho más gravitante en estas estadías. Cuando el eje de investigación conjunta cambió hacia un área de mayor interés del grupo del LIFIA – diseño de aplicaciones web-, la interacción fue más directa. En ambos casos, el vínculo estudiante-profesor se estableció de un modo menos jerárquico. Esta característica, se explica, en parte, porque así era la dinámica de relaciones dentro del LIFIA, donde la creatividad para los diseños era central y requería de una dinámica abierta. Por otra parte, también se explica porque la presencia del coordinador alemán en la planificación de las estadías y en la dirección de los trabajos de *Diplom* gravitaba significativamente. Lo cierto es que las características de las estadías en Argentina fueron problemáticas para Schmid porque sus estudiantes no se hallaron “suficientemente guiados” (Schmid, 2005).

A diferencia entonces de las estadías en Alemania, las estadías en Argentina fueron más planificadas, tuvieron una fuerte gravitación del coordinador alemán y se caracterizaron por un vínculo menos jerárquico y más flexible entre los estudiantes argentinos y el director del LIFIA. Como resultado, las estadías contribuyeron a que los estudiantes alemanes finalizaron sus tesis de grado (*Diplom*), pero a la vez afectaron la relación entre los coordinadores del proyecto por lo que Schmid consideraba como poca atención de Rossi a sus estudiantes.

Las diferencias entre la manera en que cada grupo construía los diseños de software -más rígido y secuencial, en el caso de los alemanes y más flexible e inductivo en el caso de los argentinos- también fue haciendo difícil la interacción entre los grupos. Aunque finalmente realizaran publicaciones conjuntas, lo cierto es que les resultaba costoso ponerse de acuerdo. En estos desacuerdos incidían particularmente las diferencias conceptuales que constituían los campos de trabajo en “hipermedia” y en “procesos”. En cierta medida, los grupos hablaban distintos lenguajes, según las definiciones construidas dentro de cada campo. El segundo proyecto mostró además las limitaciones de la integración entre ambos. En este proceso también influía negativamente la utilización de Java en los proyectos de cooperación. Si bien éste se imponía entonces como el principal lenguaje de programación, el grupo del LIFIA mantenía su afinidad con el lenguaje *smalltalk* y continuaba utilizando el mismo tanto en la enseñanza como en la investigación.

Tanto las diferencias en la manera en que organizaron las etapas de investigación, como las diferencias en manera de construir artefactos, reflejan los contrastes y dificultades que generaba la vinculación entre dos estilos socio-técnicos tan dispares. Si bien, como se analizó en el punto anterior, éstos lograron integrarse en fases de un proceso, afectaron principalmente las relaciones interpersonales y la consecuente voluntad de continuar trabajando en conjunto.

A estos factores que fueron minando las relaciones entre investigadores, se debe agregar lo que tal vez haya sido la principal causa del declive de la cooperación: la ausencia de nuevos desafíos para el trabajo conjunto. Con la extensión del OOHDM y la programación del WACoF hacia fines de 2001, habían logrado combinar los conocimientos de cada grupo. Para el coordinador del LIFIA los intereses que habían motivado la cooperación se hallaban satisfechos en el 2002: se habían producido publicaciones con el grupo de Konstanz y los estudiantes argentinos habían tenido oportunidad de ampliar su formación en el exterior. Por parte del coordinador alemán, también se había cumplido el objetivo de enviar estudiantes al exterior para

hacer sus tesis de grado y había publicado trabajos con un referente en diseño orientado a objetos. Del lado alemán se agregaba también que los conocimientos desarrollados en un plano conceptual se habían materializado en *frameworks* programados y soluciones de arquitecturas transferidas a la industria. El coordinador argentino manifestó su desinterés por estas aplicaciones y transferencias (Rossi, 2007). Este desinterés, además de ser producto del estilo de aprendizaje de su grupo del LIFIA¹⁰⁰, refleja también que la cooperación con Konstanz no había representado un desafío significativo para avanzar en su propia agenda de investigación. Esta agenda se desplazaba, en cambio, a partir de investigaciones con otros grupos del exterior, principalmente el de Schwabe en Brasil¹⁰¹.

Finalmente, el cambio de coyuntura económica y política en Argentina tras la crisis de 2001 fue también un elemento que tuvo una importante incidencia en este declive. El efecto más significativo de esta crisis fue el cambio hacia un modelo económico orientado a reconstruir la industria argentina. En este nuevo escenario, el gobierno comenzó a reconocer a la industria del software como uno de los sectores más dinámicos y con potencial para el cambio de la matriz productiva del país y a generar en consecuencia políticas de promoción. La devaluación de la moneda argentina dificultó el acceso a tecnologías desarrolladas en el exterior, a la vez que volvió competitiva a la industria de software y los servicios locales en términos de precios. En este contexto el LIFIA vio rápidamente aumentada su demanda de servicios y desarrollos. La nueva coyuntura obligó a los directores del LIFIA a concentrarse en una reorganización del área de transferencia y a aumentar la capacidad de responder a las nuevas demandas de empresas.

El cambio en el escenario político y económico de la Argentina tras la crisis, modificó significativamente el tipo de vinculaciones del LIFIA, incrementando aquellas locales, especialmente del área de transferencia.

¹⁰⁰ El estilo de este grupo excluía el aprendizaje por interacción con los usuarios.

¹⁰¹ Es significativo que en los trabajos con el grupo brasileño no incorporaron ninguna referencia a los resultados de la cooperación con la FH-Konstanz.

Modificó también su capacidad operativa y los obligó a concentrarse en aquellos temas que constituían el eje de sus investigaciones (hipermedia e ingeniería web), dejando de lado investigaciones laterales como las desarrolladas con el grupo de la FH-Konstanz.

3. Conclusiones sobre la trayectoria socio-técnica.

3.1. La función del marco tecnológico en la cooperación.

Un aspecto importante para el inicio de la cooperación fue que los investigadores del LIFIA y de la FH-Konstanz compartían definiciones sobre problema-solución para el desarrollo de software que constituían el “marco tecnológico de objetos”. Esto sin duda les permitió reconocerse mutuamente como bien posicionados en un área de investigación central del campo en el plano internacional y jugó distintos roles en la cooperación.

En primer lugar, constituyó una base consenso, pues les permitió integrar diferentes líneas de investigación –hipermedia y frameworks- en un mismo proyecto. Sin embargo, este consenso sobre aspectos generales no excluía diferencias en niveles más específicos, como por ejemplo, cómo presentar el diseño de un software en un texto o qué lenguaje de programación utilizar. Estas diferencias no generaron conflicto en el momento de formulación del proyecto, pero aparecieron luego en el proceso de implementación, desgastando las relaciones personales.

Es evidente entonces que un proceso de cooperación científica y tecnológica se ve facilitado cuando los grupos comparten definiciones de un marco tecnológico que se sitúa internacionalmente en el centro del campo. Sin embargo, si el nivel de las definiciones compartidas es muy general, es posible que las diferencias de sentido en niveles más específicos generen dificultades en las interacciones una vez iniciado el proceso.

En este sentido, cabe notar también que las definiciones generales del marco tecnológico de objetos se presentaban como “deslocalizadas”, esto es, respondiendo a un proceso de industrialización global del software

aparentemente homogéneo e independiente de las particularidades de cualquier contexto tecno-productivo local. La búsqueda de eficiencia en la programación a partir de la “granulación” y “reutilización” valía tanto para un sistema productivo de gran escala donde el software se incorporaba crecientemente en los principales sectores de la industria (Alemania), como para un sistema débilmente industrializado donde no existía tal incorporación (Argentina). Las conferencias internacionales sobre objetos constituían un ámbito académico de difusión y generación de consenso en el que no se reflejaban estas diferencias.

En niveles de definición más específicos dentro del marco tecnológico se reflejaron, sin embargo, algunas particularidades locales. La escasa interacción universidad-empresa del LIFIA en el campo de la investigación de ingeniería de software -atribuida a que estas últimas resultaban demasiado conservadoras o no representaban desafíos para el nivel de conocimientos del instituto- contribuye a explicar la concentración de sus investigadores en los aspectos “creativos” y en la presentación textual del diseño de software y la consecuente opción por un lenguaje de programación “con más posibilidades” como smalltalk en lugar de JAVA. Al contrario, para Konstanz Java era más sencillo y difundido entre las empresas con las cuales tenían interacción para resolver problemas específicos.

Si bien entonces los grupos compartían la noción de eficiencia del marco tecnológico de objetos en base a la programación “granulada”, el LIFIA lo reflejaba en la capacidad expresiva de los diseños y el grupo de Konstanz en instrucciones simples que tendieran a resolver problemas concretos.

En segundo lugar, y a pesar de estas diferencias, el marco tecnológico incidió en el diseño de los artefactos desarrollados. Los *frameworks* se desarrollaron de modo que fuera posible reutilizar sus partes –ya sea incluyendo componentes de interfase o generalizando componentes- y evitar programar todos los elementos de una aplicación desde cero. De este modo, aspectos como “reutilización”, “disminución de tiempos y costos” y “eficiencia” fueron elementos constitutivos de los mismos. Así, los grupos

se adecuaron a las tendencias internacionales de la investigación que eran centrales en campo de la informática y que constituían una definición del software como producto industrial y transversal a diversos sectores. Sin embargo, cada grupo lo hizo desde racionalidades diferentes. Para el grupo del LIFIA el trabajo dentro del marco de objetos significaba ocupar un lugar en las investigaciones centrales del campo a nivel internacional. Para el grupo de Konstanz significaba resolver problemas en el desarrollo de software cada vez más importante en la industria alemana. Se contraponían por lo tanto una racionalidad académica y una económica dentro de un mismo marco tecnológico.

3.2. Sucesión de redes tecno-político-económicas.

Como fue descrito, cada una de las líneas de trabajo de la cooperación se desarrolló en el marco de dos Redes Tecno-Político-Económicas, cuyo grado de convergencia fue disminuyendo a lo largo del tiempo.

En el momento inicial de la trayectoria, cuando los grupos acordaron presentar un primer proyecto, se configuró una red bilateral con un alto grado de convergencia. El “proyecto” logró alinear la red a partir de la subordinación de agendas de investigación y la inclusión de distintos sub-proyectos. A la vez actuó como mecanismo de coordinación que no sólo expresaba en forma semántica esta alineación, sino que era requisito para el acceso a fondos públicos para el intercambio de investigadores. En el momento posterior de implementación, el “proyecto” perdió, sin embargo, su lugar como actor debido a su flexibilidad interpretativa, particularmente el sentido de “marco general” que le daban los investigadores, y a su carácter coyuntural. En términos de polos de la red, el proyecto puede calificarse como un polo de interfase “Científico-Político” capaz de alinear y coordinar elementos en el comienzo de una trayectoria socio-técnica de cooperación. Una vez aprobado para la asignación de los fondos, las interacciones se desarrollaron esencialmente a través de intermediarios “científicos” y “tecnológicos”. Los papers, que se pueden caracterizar como

parte del “polo científico”, pasaron a ocupar el lugar de actores que alienaban la red y los informes de avance constituyeron un nuevo polo de interfase “Científico-Político”, cuyo carácter estrictamente local debilitó la convergencia de la red de cooperación bilateral.

Se puede observar entonces un proceso de transición de actores entre la fase inicial y la fase de implementación, que implica un movimiento desde una mayor convergencia de elementos políticos y técnicos en el comienzo, hacia la preeminencia de elementos científicos y técnicos una vez aprobado el proyecto. De esta forma, la red de cooperación presentó espacios de desconexión entre los distintos polos, dificultando la integración de todos ellos hacia el final del proceso.

En la transición de una red a otra, se mantuvieron intermediarios que se asociaron a otros locales. La permanencia de estos elementos, le dio continuidad a la red de cooperación en el marco político-institucional creado por los gobiernos. Los resultados y el aprovechamiento de la cooperación variaron en función de los intermediarios locales incluidos en la red y de las alineaciones realizadas a partir de distintos sentidos atribuidos a los elementos de la red.

También hubo un cambio significativo respecto a la preeminencia de elementos locales en detrimento de la convergencia de la red bilateral, a medida que el proceso de cooperación avanzó. En las fases de evaluación de resultados predominaron mecanismos y criterios locales definidos por los polos políticos, lo cual afectó la coordinación de la red bilateral. Los criterios para evaluar la cooperación fueron también distintos en cada país. En Alemania se buscaba evaluar impacto local de la cooperación y Argentina se ponía énfasis en los resultados conjuntos. Como resultado de esta diferencia, los impactos locales del proyecto en Argentina no fueron registrados ni evaluados por la SECyT.

La preeminencia de los polos políticos y científicos en estas redes de cooperación, lleva a caracterizarlas, en principio, como redes “cortas”. Sin embargo, el “polo del mercado” se integró en el contexto de relaciones

locales de la *Fachhochschule* alemana con empresas. Este polo se alineó funcionando como campo de aplicación de los desarrollos de la cooperación y generador de demandas de soluciones a problemas específicos. En este contexto local, el grupo de Konstanz realineó los elementos de la red bilateral a partir de traducciones diferentes, resignificando sus intermediarios. De esta manera, la inclusión del polo del mercado en la cooperación se produjo por la yuxtaposición entre una red local y la red bilateral y no por la expansión esta última. Los polos político y científico-tecnológico del lado argentino quedaron desvinculados de este último, perdiendo de este modo información sobre la aplicación de resultados, modificaciones derivadas de las interacciones usuario-artefacto, así como las formas en que se apropiaron los resultados.

3.3. Subordinación de agendas y relaciones de poder.

Las traducciones que alinearon las redes bilaterales implicaron distintas subordinaciones de las agendas de investigación y reflejaron variaciones en las relaciones de poder entre los grupos en conjunción con otros elementos.

En el caso del *framework* para procesos de negocios, las investigaciones del LIFIA quedaron subordinadas a las de Konstanz. Lo cierto era que la construcción de este tipo de *framework* era una línea de trabajo muy específica y orientada a resolver problemas de una empresa. No era en sí mismo un tema relevante de investigación en el nivel internacional que se impusiera por su propio peso. Por qué entonces se impuso como objetivo durante el primer proyecto? Por un lado la experiencia del coordinador alemán en la presentación de proyectos con financiamiento público fue una fortaleza frente al grupo argentino, que le permitió realizar la primera movida en la redacción del proyecto sumando elementos externos a sus investigaciones locales. Por otro lado, los escasos recursos públicos para la investigación en informática en Argentina hacían que la voluntad del LIFIA de participar en este programa de cooperación fuera muy alta, flexibilizando su capacidad de adaptación al objetivo definido por Konstanz. Entre ambos

elementos había un punto de equilibrio: los grupos entendieron el proyecto como un marco amplio para los intercambios y ninguno dejaba de lado sus propias investigaciones. En este sentido, la primacía de las líneas de Konstanz en el proyecto no se percibía como un riesgo para los investigadores del LIFIA. De esta manera, la subordinación inicial de agendas para la cooperación fue un acuerdo coyuntural, facilitado por asimetrías de experiencia y de recursos, en un contexto donde la voluntad de participar en el programa de cooperación tenía un peso más importante que la definición del tema a trabajar.

En el caso de procesos de negocios en aplicaciones web, la agenda de Konstanz se subordinó a la del LIFIA en la red bilateral. En este caso, el elemento de poder estuvo dado por el reconocimiento y el prestigio del coordinador argentino en un tema de investigación que entonces resultaba central en el campo. A este prestigio académico se sumó también la experiencia de formulación adquirida en el primer proyecto y el hecho de que las líneas de investigación propias se mantuvieron ligadas en algunos puntos al primer proyecto. La subordinación en este caso se produjo por el lugar central de la línea de investigación sobre aplicaciones web en el campo internacional y por la inserción del grupo del LIFIA en el mismo. La particularidad de este caso es que el grupo de Konstanz generó su propia red abriendo nuevas líneas de trabajo locales a partir del proyecto.

3.4. Aprendizajes y estilos socio-técnicos

La cooperación entre el LIFIA y la FH-Konstanz no implicó un cambio en los tipos de aprendizaje que constituían el estilo de cada grupo.

Las redes de cooperación incluyeron directa o indirectamente el trabajo con empresas alemanas. Éstas funcionaron como una fuente de aprendizaje interactivo a partir de sus demandas. Este tipo de aprendizaje era directo para los investigadores de la FH-Konstanz e indirecto para los argentinos que no interactuaron con la empresa. Aunque la relación de estos últimos

fuera mediada, el análisis de los problemas y soluciones para este proyecto local constituyó un insumo para las propias investigaciones del LIFIA.

Las interacciones con este “polo del mercado” para el grupo del LIFIA resultaron mediadas por el coordinador alemán, pero significativas para el diseño de los *frameworks* y sus explicitación en los papers. Desarrollaron así un aprendizaje por interacción indirecta con los usuarios, esto es mediado por la definición de *frameworks* que Schmid interponía como solución a los problemas de la empresa y sobre la cual desplegaban luego aspectos creativos de diseño. El LIFIA replicaba así el tipo de aprendizaje por abstracción y generalización a partir de soluciones a problemas particulares que constituía su estilo y grupo de Konstanz continuaba con su aprendizaje interactivo.

En el proceso de cooperación tanto estos tipos de aprendizaje como otras características de los estilos de cada grupo se integraron finalmente en una división de tareas, correspondientes a distintas fases del proceso de desarrollo de software. Si bien esto podría significar un éxito en el “proceso” de cooperación, dado que los grupos lograron complementarse a partir de sus fortalezas, no parece ser un éxito en términos de apropiación de resultados como se verá en el siguiente punto.

Otra cuestión relevante de esta trayectoria es si efectivamente produjo cambios en las trayectorias particulares de cada grupo. En el caso del grupo argentino, no se observaron indicadores de cambio, ni de la agenda de investigación, ni de sus estilos socio-técnicos. El grupo alemán, incluyó una nueva línea de trabajo sobre *frameworks* en aplicaciones web sobre las que continuaron trabajando, pero dentro de los sentidos atribuidos originalmente a los *frameworks* y manteniendo las características de su estilo.

3.5. Definiciones de funcionamiento y apropiación de resultados.

Los resultados expresados en los informes se vieron en parte influidos por las características de los formularios y fueron diferentes en cada país. El diseño de los mismos reflejaba los criterios de evaluación prioritarios del

sistema científico y tecnológico locales e inducían a definiciones de resultados diferentes del proceso de cooperación.

Pero además de la estructura de los informes, los estilos y racionalidades de los investigadores llevaron también a diferentes definiciones, no sólo de la utilidad de la cooperación, sino de los artefactos desarrollados.

La extensión y la cantidad de resultados presentados por el grupo alemán, eran consecuencia, no sólo de la estructura del informe, sino de una racionalidad que buscaba la aplicación de resultados y los llevaba vincular la cooperación con otros proyectos locales. Para los investigadores de la *Fachhochschule*, el conocimiento debía aportar soluciones concretas a problemas de la industria y trabajaron junto con ella. La aplicabilidad y capacidad de transferencia eran los fines que sostenían esta racionalidad y, al mismo tiempo, los criterios de evaluación del sistema local de ciencia y tecnología. Los resultados fueron entonces los *frameworks* programados, utilizados y medidos en términos de eficiencia y reutilización de componentes.

La brevedad de los informes argentinos tampoco puede atribuirse solamente al diseño del mismo. La racionalidad que primó fue la búsqueda de conocimiento y prestigio académico, particularmente en el plano internacional. Para los investigadores del LIFIA el desafío era explicitar cómo diseñar de la mejor manera un programa de software. La preeminencia de criterios científicos también constituían la base de evaluación del sistema científico y tecnológico argentino. Los resultados para los investigadores del LIFIA fueron por lo tanto los papers y artículos que publicaron en conjunto.

Además de la presentación y definición de los resultados por parte de los investigadores, es importante considerar la forma en que fueron apropiados. Si bien ninguno de los *frameworks* programados fue puesto bajo derechos de autor, es posible inferir que éstos o al menos algunos de sus componentes – recordemos que el diseño de objetos hacía posible la reutilización de algunos de ellos- fueron transferidos a las empresas que trabajaron con la FH-Konstanz.

Teniendo en cuenta la secuencia del proceso de desarrollo de software, resulta evidente que la propiedad sobre el producto final incluía los desarrollos de la fase de diseño en la que habían trabajado los investigadores argentinos. De esta manera, el conocimiento generado por el grupo del LIFIA fue indirectamente apropiado por las empresas alemanas. Se puede concluir entonces que el trabajo en las fases más abstractas del diseño de software es apropiado dentro de un producto final, independientemente de que se haya difundido en papers como conocimiento públicamente disponible.

Una conclusión más significativa aún es que el modo de apropiación de los resultados de un proceso de cooperación entre investigadores de distintos países, depende de los estilos de los grupos que se vinculan y de la capacidad local para articular redes que incluyan polos CT, TM y M.

3.6. El “funcionamiento” de la cooperación.

¿Funcionó la cooperación para todos los actores de la misma manera? Aquí también se pueden identificar distintas nociones de funcionamiento, pero lo cierto es que para todos los actores la cooperación funcionó de acuerdo con sus expectativas.

Para el grupo del LIFIA, los estudiantes viajaron y tomaron contacto con la investigación y la infraestructura de un país desarrollado. Realizaron además presentaciones conjuntas a congresos y publicaciones.

Para el coordinador alemán, la cooperación con Argentina funcionó en tanto aportó conocimientos y trabajo de programación a sus proyectos con empresas locales. También funcionó para la formación de estudiantes alemanes en el exterior donde concluyeron sus trabajos de Diplom. Finalmente, funcionó porque tanto los desarrollos conceptuales como los *frameworks* programados sirvieron como base para desarrollar prototipos de aplicaciones.

Para la SECyT funcionó porque los informes anuales daban cuenta de los papers y publicaciones conjuntas y mostraban avances en el cumplimiento de los objetivos planteados en los proyectos.

Para el BMBF el funcionamiento se evaluaba de acuerdo con el aporte que la cooperación hacía tanto para el grupo de investigación como para las empresas vinculadas. En este sentido, también funcionó la cooperación para este ministerio.

Sin embargo, algunos aspectos no funcionaron como inicialmente previeron los organismos políticos. Los proyectos no se desarrollaron como una secuencia de actividades planificadas en función los objetivos explicitados y para alcanzar determinados resultados. Sirvieron, en cambio como marcos generales para el intercambio de investigadores, que cada grupo aprovechó de distintas maneras según las características de su estilo socio-técnico. Para la Argentina, a pesar de las expresiones de la política explícita a favor de buscar resultados aplicables, significó en la práctica continuar financiando formación individual y papers. ¿Fue percibido esto por la SECyT? No, pues los formularios de avance no estaban diseñados para medir la evolución de los proyectos tomando criterios que no fueran las publicaciones conjuntas.

Otra expectativa que no se cumplió fue la generación de una red de vinculación que se sostuviera en el tiempo y fuera abriendo nuevos espacios de cooperación. Este último punto se explica por los factores que fueron llevando al declive de la cooperación, señalados en el punto anterior.

VI. CONCLUSIONES

El proceso de cooperación entre los grupos argentino y alemán, fue analizado como una trayectoria socio-técnica, con el objetivo de contemplar los distintos elementos políticos, tecnológicos, económicos y sociales que la constituyeron. Al mismo tiempo, se intentó ampliar la explicación sobre cada uno de estos elementos, utilizando conceptos originados en distintas disciplinas y abordando en análisis desde distintos niveles ontológicos.

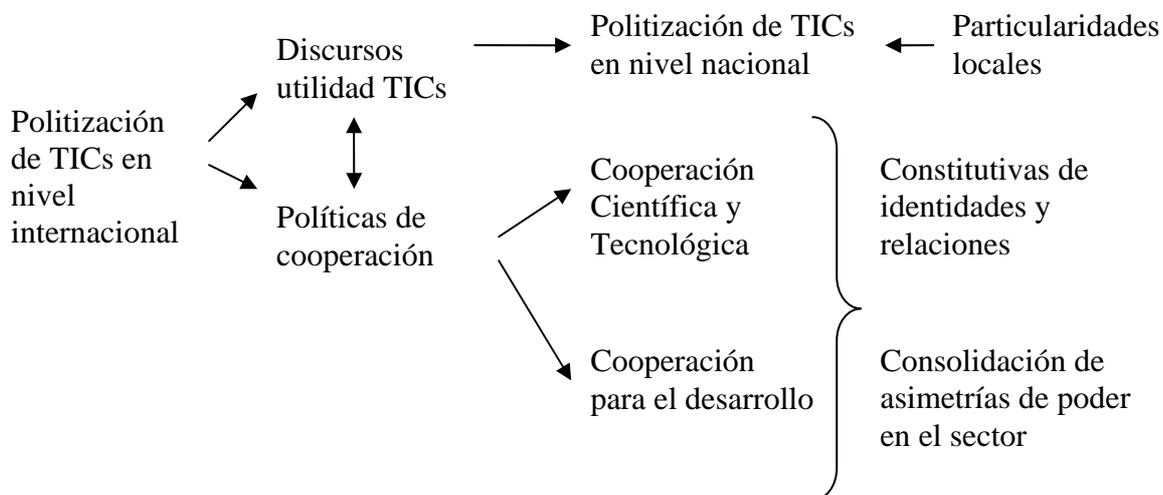
Como resultado, se identificaron una serie de relaciones que permitieron cumplir con el objetivo de abordar un objeto complejo en una amplia gama de dimensiones.

Dada la multiplicidad de elementos analizados en este trabajo, las conclusiones se organizan de manera que sea posible dar cuenta de las vinculaciones entre las distintas variables que constituyeron o bien incidieron en el proceso de cooperación estudiado.

1. Implicaciones de la politización de las TICs en el nivel internacional y nacional.

La primera pregunta que responde esta tesis es ¿cuáles han sido las consecuencias de la politización internacional de las TICs? El siguiente gráfico esquematiza las relaciones entre las variables vinculadas con este proceso.

Gráfico 18: Implicaciones de la politización internacional de las TICs



Este proceso de politización fue esencialmente construido a partir de diferentes discursos sobre la utilidad de estas tecnologías e implicó la institucionalización de diferentes políticas de cooperación internacional – científica y tecnológica y para el desarrollo-. Ambas políticas y sus contenidos discursivos constituyeron identidades estatales –“desarrollo”, “subdesarrollo”, “desarrollo intermedio”- y relaciones simétricas o asimétricas entre países. Ambas tendieron también a consolidar las asimetrías de poder en el sector de las Tecnologías Informáticas.

Los discursos sobre la utilidad de las TICs, particularmente animados por la noción de cambio paradigmático, también incidieron en la forma en que las TICs se politizaron en el nivel de los estados. Claramente este no fue la única variable que configuró estos procesos nacionales, sino que se conjuraron con una serie de particularidades locales que configuraron diferentes políticas en cada país.

1.1. Tejidos discursivos e institucionalización de tipos de cooperación internacional en torno a las TICs.

Los hilos discursivos dominantes relativos a la utilidad de las TIC en el nivel internacional fueron constituyendo desde mediados de los '90 dos tejidos discursivos diferenciados sobre los que se sostuvo un proceso de politización de las TIC. Por un lado, se constituyó un discurso sobre “cooperación científica y tecnológica”, especialmente entre países centrales, que atribuía a las TIC un valor económico, vinculado a la noción de almacenamiento y transmisión de conocimiento. Allí las TICs se insertaban en un discurso más amplio sobre la “economía del conocimiento”, donde éste último se consideraba un factor de crecimiento económico y competitividad. En esta definición, las TIC se entendían como un factor económico esencial para aumentar la competitividad de los países y generar empleo. Como consecuencia, la politización de las TICs entre países centrales se tradujo en iniciativas de cooperación para compartir experiencias y sumar esfuerzos en el área de la innovación.

Por otro lado, se constituyó un discurso sobre “cooperación para el desarrollo”, enmarcado en una relación centro-periferia, donde las TIC se entendieron como factor de desarrollo, no en términos de crecimiento económico, sino de ampliación de libertades y participación de los individuos¹⁰². El énfasis de la definición estuvo en los aspectos comunicacionales de estas tecnologías y en su “uso” por parte de la población, pero no en su generación e inclusión en otros sectores de la economía. Este discurso se configuró como parte del vínculo “países desarrollados-países en desarrollo” e incluyó el concepto de “brecha digital” para expresar las asimetrías en la difusión de estas tecnologías entre ambos. Basada en estos significados, la politización de las TICs se enmarcó en las actividades de cooperación para el desarrollo, orientadas a proveer “acceso”

¹⁰² Esta concepción del desarrollo se explicitó a comienzos de los '90 en el primer informe de desarrollo humano del PNUD, donde desarrollo fue definido como “ampliación de oportunidades”. Más adelante, Amartya Sen (1999) retomó parte de esta idea desde una perspectiva liberal y definió desarrollo como ampliación de las libertades de los individuos. Ambos casos reflejan el cambio que se fue produciendo en las ideas dominantes sobre el desarrollo y el rol creciente que fueron adquiriendo los factores políticos e institucionales.

y promover el “uso” de estas tecnologías. En este marco, se dio a las TICs un carácter instrumental para alcanzar los objetivos de desarrollo definidos esencialmente por la comunidad de países donantes.

Desde una perspectiva socio-técnica, estos procesos de politización se comprenden desde la flexibilidad interpretativa que mantuvieron las TICs entre países centrales y periféricos y de las relaciones de poder entre ambos. En este sentido, mantener esta flexibilidad interpretativa resultó funcional al mantenimiento de asimetrías de poder en el sistema internacional. Los sentidos atribuidos a las TICs entre distintos grupos de países de alguna manera se complementaban: el discurso de la cooperación para el desarrollo centrado en el “acceso” y “uso” constituía la vía de transferencia y difusión de las tecnologías que los países centrales se concentraban en producir para mejorar su posicionamiento económico global.

Como fue explicitado en el capítulo III, estos tejidos discursivos reforzaban, en este área particular de vinculación internacional, la construcción de identidades estatales como países “desarrollados” y “en desarrollo”. La relación simétrica entre los primeros condujo a políticas de cooperación en innovación donde los riesgos y recursos eran compartidos y donde la motivación era cooperar para posicionarse mejor en la competencia económica global.

La relación entre países “desarrollados” y “en desarrollo”, representaba, en cambio, una vinculación asimétrica. En esta relación, la política se definió como transferencia de TICs de los primeros a los segundos. En esta política, las TICs fueron significadas por los países donantes y los principales organismos internacionales dentro del concepto de desarrollo como “ampliación de las oportunidades de las personas”¹⁰³. Así, las TICs se entendieron como un factor que promovería el desarrollo mejorando aspectos sociales (“más participación”), políticos (“más transparencia”) y económicos (más información de mercado). A diferencia del discurso de la

¹⁰³ Así fue definido en el primer Informe sobre Desarrollo Humano del PNUD en 1990.

cooperación científica y tecnológica, en este caso predominaba una valoración política por sobre una valoración económica de las TICs.

Durante los años 90 Argentina había sido calificada por los donantes como “país de renta media”, y presentaba además algunos indicadores que la encuadraban como un país de desarrollo intermedio (particularmente sus niveles de educación). Estas características crearon una situación ambigua respecto a estos dos discursos. ¿Cuál de ellos incidió entonces en la cooperación estudiada? Claramente, y más allá de las asimetrías, la cooperación entre Argentina y Alemania en el campo de las TICs se conformó dentro del discurso de la cooperación científica y tecnológica. Se constituyó por lo tanto una relación entre identidades más simétricas donde el objetivo fue el desarrollo de Tecnologías Informáticas como un fin en sí mismo y a partir de los aportes de cada país. No fue por lo tanto un caso de “transferencia” ni estuvo orientado por objetivos de desarrollo.

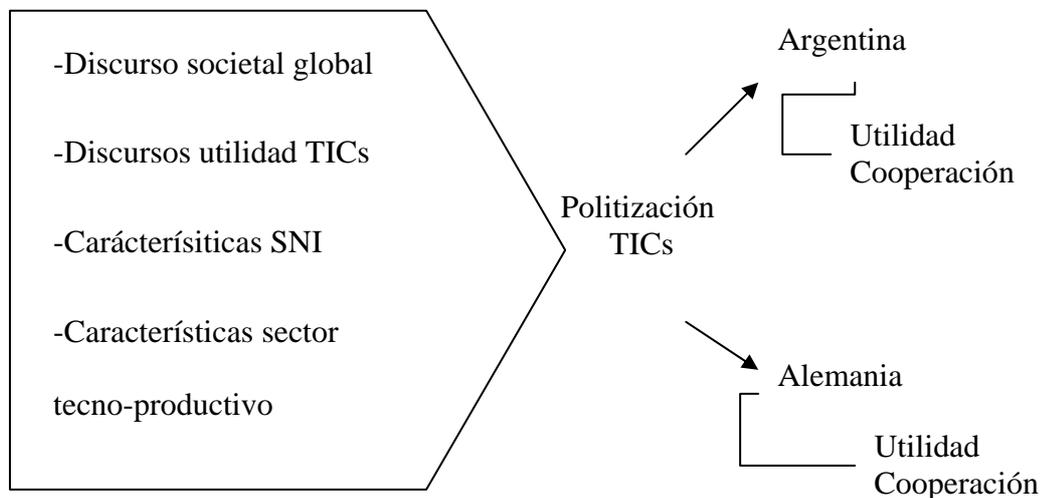
El caso de la cooperación argentino-alemana evidencia que las asimetrías de capacidades materiales entre ambos países no determinaron automáticamente un tipo particular de cooperación –“para el desarrollo”- en el campo de las TICs. Fueron en cambio los tejidos discursivos y las identidades estatales, construidas en la interacción entre los gobiernos, las que definieron el tipo de cooperación como “científica y tecnológica” en este campo. Se trata además de un proceso de doble vía, pues la opción por una u otra política constituye vínculos que refuerzan la construcción de diferentes identidades estatales (“subdesarrollado”- “de desarrollo intermedio” – “desarrollado”).

1.2. Factores internacionales y locales que constituyeron el proceso de politización de TICs en el nivel nacional.

En el nivel nacional, se desarrollaron procesos de politización de las TICs que fueron distintos en Argentina y Alemania. Estos procesos se constituyeron a partir de determinados hilos discursivos –vinculados con las ideas dominantes en el nivel internacional- y en relación con las

características de los Sistemas Nacionales de Innovación y las particularidades del sector de software y servicios informáticos. A partir de estos elementos, la cooperación en el campo de las TICs se definió en función de objetivos e intereses diferentes. El siguiente gráfico sintetiza los elementos que constituyeron los procesos de politización local y su relación con las definiciones de utilidad de la cooperación (gráfico 19).

Gráfico 19: Factores que incidieron en la politización de TICs .



El capítulo IV mostró cómo cada país estableció diferentes políticas, basadas en diferentes ideas respecto a la utilidad de las TIC. Compartieron, sin embargo, una visión positiva acerca de la transformación social que “impulsaban” el desarrollo y la difusión las TICs. Percibían positivamente el rol de estas tecnologías en un contexto de globalización que facilitaba el intercambio de ideas, conocimientos e información en una sociedad global crecientemente interconectada.

Las políticas en ambos países compartían también un supuesto sobre la relación entre estado y mercado en la promoción de estas tecnologías. Este supuesto se inscribía dentro de un “discurso societal global” relativo a los beneficios del libre mercado para todos los países e independientemente de sus particularidades. En este discurso, el estado se definía como el responsable de crear las condiciones marco para el desarrollo de las fuerzas del mercado, creando una regulación que promoviera la competencia y la inversión privada en el sector. El libre juego del mercado se consideraba como el factor que promovería la difusión de las TICs a los mejores precios para la población, dentro de una dinámica de innovación creciente. Se presuponía que el estado tenía una función subsidiaria de equiparar aquellas zonas y sectores de la población que no resultaban rentables para el mercado, proveyendo mecanismos de acceso comunitarios. La homogeneidad de este discurso no tuvo el mismo impacto en Argentina y Alemania. A la hora de definir las amenazas que conllevaba la globalización para la “transición hacia la sociedad del conocimiento”, Alemania rescató sus fronteras nacionales y estructuró sus políticas para fortalecer su posición económica frente un sistema internacional que percibía altamente competitivo. En Argentina, en cambio, las políticas en el sector de las TICs acompañaron el proceso de apertura y desregulación que se interpretaba como necesario para la inserción del país en el sistema internacional. La “transición hacia la sociedad del conocimiento”, fue un concepto esencialmente retórico, que se esperaba cumplir automáticamente a partir de esta apertura y de la transferencia de tecnologías generadas en el mundo desarrollado.

Otro elemento significativo es que este “discurso societal global” no tenía la misma incidencia en distintos contextos tecno-productivos. Ambos procesos de politización nacionales se desarrollaron en contextos particulares del sector del software y servicios informáticos y con distinto grado de consideración de los mismos por parte del gobierno. En Argentina se habían creado empresas desarrolladoras de software y servicios como sector económico independiente de otras ramas de la producción, pero no fue

identificado por el gobierno como tal hasta 2003. Tampoco se vincularon en procesos de innovación con otros sectores tradicionales de la economía argentina. Se trataba además de un sector en constante crecimiento, con un importante componente de empresas PYMEs locales que invertían en innovación, pero que no contó con instrumentos de promoción desde el estado, pues éste dejaba espacio al libre juego del mercado dominado por las grandes empresas transnacionales. Al contrario, en Alemania, el desarrollo de software y servicios informáticos se consideraba un como sector económico transversal a otros sectores tradicionales de la industria alemana. En los estudios que se hicieron sobre el sector, la categorización de una “rama secundaria” que incluía al software dentro de los productos y servicios de otras industrias, reflejaba la relevancia de este vínculo. El gobierno consideró entonces a las TICs como un factor de innovación para toda la economía y, en consecuencia, como un elemento esencial de su competitividad. Desarrolló entonces políticas de apoyo a la innovación y generó un cambio institucional fusionando aquellos institutos de investigación científica con aquellos orientados al desarrollo y la transferencia de tecnología para el sector privado. Estas instituciones vinculaban así promoción estatal y privada en este campo.

Las particularidades del sector en Alemania implicaron que los desarrollos de software estuvieran más vinculados con la innovación en otros sectores de la economía, insertando cambios tecnológicos en los mismos y retroalimentando el diseño de productos y servicios de acuerdo con necesidades de las empresas. En Argentina este vínculo no se produjo, limitándose así las posibilidades de innovación local en sectores fuertes de la economía a través de los desarrollos en el sector del software.

Los discursos que constituyeron los procesos de politización de TICs en cada país fueron permeables a los discursos dominantes en el sistema internacional, lo cual contribuye a entender los diferentes matices con que cada país construyó sus acciones para el sector. En el caso argentino hubo una alta permeabilidad en las elites gobernantes locales para incorporar hilos del discurso de la cooperación para el desarrollo, centrado en la “C” de

comunicación. Como resultado, el principal ámbito de definición de políticas fue la Secretaría de Comunicaciones y la estrategia fue facilitar a la población el acceso a las TICs –básicamente tecnologías y servicios desarrollados en países centrales-, focalizando la acción en establecer la infraestructura y el marco regulatorio necesarios. Coherente con esta estrategia, el gobierno no desarrolló una política de promoción de la industria del software, ni de la investigación y desarrollo en el campo de la informática. Fue, por lo tanto un área de no-decisión de la política científica y tecnológica.

Por su parte, Alemania incorporó los hilos del discurso de la cooperación científica y tecnológica -de cuya construcción participaba, por lo cual aquí la influencia fue de mutua constitución- y orientó sus políticas a promover la innovación y aplicación de TICs para mejorar el posicionamiento internacional de otros sectores industriales tradicionales de su economía. Era lógico entonces que el ámbito institucional que coordinó la estrategia fuera el Ministerio de Economía, en estrecha relación con el Ministerio de Educación e Investigación. En contraste con el caso argentino, las TICs fueron un área de decisión central de la política científica y tecnológica, en coordinación con la política económica. Para el gobierno alemán las TICs eran útiles para aumentar la competitividad de la economía alemana, ya fuera a través de la innovación para diversos sectores, como de la generación de empleo.

Diferentes discursos constituyeron diferentes acciones de política local y conformaron definiciones de utilidad alternativas de las políticas de cooperación internacional en el sector. En Argentina, donde las TICs fueron un área de no decisión de la política científica y tecnológica, la cooperación internacional no constituyó una acción deliberada y orientada al desarrollo de estas tecnologías. Su utilidad fue entendida como medio de inserción internacional de los grupos de investigación. Para estos últimos, este espacio abierto por el gobierno, sin una orientación clara ni definiciones sobre su vinculación con acciones locales, constituyó una forma de

compensar esta falta de apoyo público local, no sólo en cuanto a recursos sino también en cuanto a reconocimiento.

En Alemania, en cambio, donde las TICs fueron un área de decisión central de la política científica y tecnológica, la cooperación internacional se definió como parte de la misma y se orientó fundamentalmente vincular grupos de investigación locales con grupos que fueran relevantes en otros países, como modo de “atraer las mejores cabezas”. La política de cooperación fue entonces una acción deliberada y subordinada a desarrollo local de las TICs.

La definición de utilidad de la cooperación y su orientación fueron construidas en el contexto de sistemas científico-tecnológicos con características muy diferentes que incidieron en la formulación de la misma. Una característica relevante era la amplia asimetría de recursos financieros, institucionales y humanos. Esta asimetría explica, en parte, la motivación de los funcionarios de la SECyT por establecer lazos de cooperación con un país que contaba con ventajas económicas y mayor desarrollo tecnológico, aunque no se contemplaron específicamente las características del campo de las TICs. El gobierno argentino esperaba beneficios derivados del aporte de dinero y conocimientos para el desarrollo de proyectos conjuntos, complementando así los escasos recursos locales destinados a la investigación y fomentando el contacto con instituciones “más avanzadas” en el desarrollo de conocimientos y tecnologías. En el nivel de los grupos de investigación, la cooperación en el marco de estos sistemas asimétricos significaba para el LIFIA una fuente de recursos para su vinculación internacional. En este sentido, percibían la asimetría en términos de acceso a recursos de investigación (equipos modernos, literatura, congresos internacionales, etc.), pero no en términos de conocimientos, pues se consideraban al mismo nivel que los grupos de investigación alemanes.

Dada la mayor capacidad relativa del sistema científico y tecnológico alemán, el gobierno no definió la utilidad de la cooperación con países de menor desarrollo y sus beneficios en términos de aumentar la capacidad de financiamiento para la investigación. La motivación era acceder a conocimientos y personal calificado, especialmente en el sector TICs que

era clave en las tendencias de innovación y donde el país mostraba debilidades. Asimismo, en un contexto internacional altamente competitivo en esta área, la cooperación con países que habían alcanzado mayor desarrollo y protegían sus innovaciones, resultaba más costosa.

Una segunda característica que incidió en la definición de la cooperación en TICs, fue la forma en que las instituciones de investigación se vinculaban con el sector productivo local. El tejido de relaciones entre estado, sociedad y la comunidad de investigación resultaba más denso e integrado en el caso alemán. Esto se traducía en una mayor fortaleza de los polos de interfase ciencia-tecnología y tecnología-mercado. Estos polos se consolidaban en instituciones orientadas a la aplicación y transferencia de conocimientos. Tal era el caso de la Fachhochschule Konstanz. El carácter esencialmente federal del sistema también contribuía a una fuerte integración de estas instituciones con el ámbito productivo local que disponía en forma autónoma de recursos para financiar investigaciones.

La densidad de las relaciones entre instituciones de investigación y el sector productivo tuvo una particular incidencia en el caso de la cooperación entre el LIFIA y la FH-Konstanz. El grupo de Konstanz tendió siempre a subordinar los objetivos de proyectos de cooperación a demandas específicas de sus trabajos con empresas locales y a transferir a éstas los resultados de la cooperación. Esta dinámica de trabajo era consistente con la forma en que el grupo de Konstanz construía su agenda de investigación a partir de la identificación de problemas concretos y con el objetivo de encontrar soluciones para ellos. La acción del grupo de Konstanz se enmarcaba en una dinámica de relaciones sostenida por políticas estatales orientadas a promover el desarrollo y la aplicación de las TICs en la producción. Así, el proceso de politización de TICs tendía a fortalecer la interacción entre el sistema de investigación y el sistema productivo.

En contraste con el caso alemán, en Argentina el tejido de relaciones ha sido muy frágil en todos los sectores y claramente en el de la informática durante el período estudiado. En el caso de la cooperación, a pesar de que el LIFIA había desarrollado un área de transferencia, no vincularon empresas locales

a la investigación conjunta con la FH-Konstanz. Para el LIFIA, investigación y transferencia circularon por carriles paralelos, con pocos puntos de encuentro. Concretamente, la agenda del LIFIA no se construía a partir de las demandas de empresas, identificando problemas a resolver, sino a partir de los campos de investigación impulsados por la centralidad que adquirirían internacionalmente ciertas innovaciones tecnológicas como la web o las redes de computadoras. Los investigadores del LIFIA orientaban su trabajo a la generación y difusión pública de conocimientos y no a la resolución de problemas específicos. El proceso de politización local de las TICs –centrado en la “C” - fue consistente con esta dinámica de relaciones y creó las condiciones que tendieron a mantener la distancia entre sistema de investigación y sistema productivo.

El caso estudiado muestra entonces que la cooperación entre Argentina y Alemania puso en contacto sistemas científico-tecnológicos con características diferentes que constituyeron diferentes sentidos de utilidad de la cooperación. El sistema nacional de innovación alemán, caracterizado por un alto grado de integración y compuesto por instituciones orientadas a satisfacer demandas tecnológicas del sector productivo, condujo a subordinar la cooperación externa a la resolución de problemas específicos locales. La especificidad de estos problemas constituía, a su vez, una limitación para desarrollar investigaciones ligadas a los temas de mayor relevancia internacional en el campo de la informática. En contraposición, la fragmentación del sistema de innovación argentino y el predominio de una orientación académica en la investigación, incidieron en la escasa vinculación entre la cooperación con Alemania y proyectos con actores locales. En Argentina, la cooperación no fue entendida como un medio para incrementar conocimientos y desarrollar tecnologías que satisficieran demandas locales, sino como medio de inserción internacional.

2. Incidencia del poder estructural en el sector de las TICs en procesos de cooperación científica y tecnológica.

Los procesos de politización de las TICs, tanto en el nivel internacional como nacional, se produjeron en un contexto donde el poder estructural en el sector del software estaba concentrado en grandes empresas transnacionales y estados que promovían su desarrollo –EEUU y Japón. La alta concentración del mercado y las externalidades de red en este sector contribuyeron a promover la creación de estándares de facto por parte de las principales corporaciones. El lenguaje Java fue considerado aquí como uno de estos estándares, cuya amplia aceptación y difusión se debió en gran medida a las facilidades que presentaba para operar en sistemas de red e Internet. La amplia aceptación de Java como *mainstream* de programación fue posible, en gran medida, por la difusión de un proyecto, originalmente secreto del gobierno de los EEUU, que cambió significativamente la orientación de la innovación en el campo de la Informática. Su difusión fue también consecuencia de la constitución de un marco tecnológico global que definió un modo particular de desarrollar software: la programación orientada a objetos.

El poder estructural del mercado fue acompañado por el proceso de politización de TICs en los países centrales. Estos últimos promovieron principios que sostenían la creación de un mercado abierto y competitivo en el sector de telecomunicaciones, a la vez que para el sector del software acordaron leyes de propiedad intelectual más restrictivas. Esto último intentaba proteger a las empresas desarrolladoras de software en tanto este producto resultaba costoso de crear y muy fácil y barato de reproducir o copiar. Los estados centrales, a la vez que acordaron reglas de apertura para el sector, generaron políticas locales que promovieron el desarrollo de sus empresas. En este mercado nuevo, abierto y competitivo, cada uno buscó mejorar su posición local.

De esta manera, se concluye que el poder estructural en el sector del software se configuró por la conjunción de las políticas generadas por los

estados centrales– principalmente EEUU- y los desarrollos de estándares tecnológicos de grandes empresas transnacionales. Los estados centrales definieron el marco jurídico y las reglas de cooperación y competencia entre sus mercados, así como la difusión y creación de nuevos mercados en los países “en desarrollo”. Por su parte, las principales empresas disponían de capacidad de financiamiento, tecnología, conocimiento, producción y habilidad para establecer estándares, que limitaban el desarrollo de tecnologías alternativas. Estados centrales y empresas transnacionales fijaron así las reglas de juego y las condiciones de desarrollo del sector para los países periféricos. Entre estos últimos, aquellos países considerados “de desarrollo intermedio” como Argentina fueron además parte de la competencia entre estados centrales, en tanto constituían mercados potenciales para sus tecnologías y posibles proveedores de conocimiento y recursos humanos capacitados.

En esta tesis, esta configuración de poder estructural del sector del software en el nivel internacional, resultó una variable importante para comprender las características del “campo de juego” en el que se desarrolló la cooperación entre Argentina y Alemania y cuál fue la posición relativa de cada país. Alemania participaba activamente en la definición de las reglas interestatales, pero presentaba debilidades con relación a EEUU y Japón en el campo de la innovación y la producción de software, de modo que buscaba mejorar su competitividad y su posicionamiento internacional en el sector. Argentina, como país “de desarrollo intermedio”, contaba con un mercado potencial y algunas capacidades, como recursos humanos formados e investigación, pero no lograba transformar estos factores en tecnologías aplicables localmente. No contaba además con empresas locales que dispusieran de capacidad de producción y difusión de innovaciones a escala internacional, ni contaran con los elementos que definían el poder estructural en el sector. La cooperación se produjo, por lo tanto, entre dos países que eran relativamente débiles en el sector¹⁰⁴ y en los que la investigación se veía traccionada y a la vez limitada por desarrollos externos

¹⁰⁴ Fortaleza o debilidad se constituyen siempre en términos de una relación.

-JAVA, Internet, la web. Cooperar era para ambos una alternativa para superar esta debilidad. Claro que, como se vio en el capítulo IV, entre Argentina y Alemania la debilidad no era la misma y las posibilidades de mejorar su posicionamiento internacional tampoco.

Estos datos corroboran la hipótesis de que tanto este poder estructural, como los hilos discursivos globales dominantes incidieron de distintas maneras en cada país.

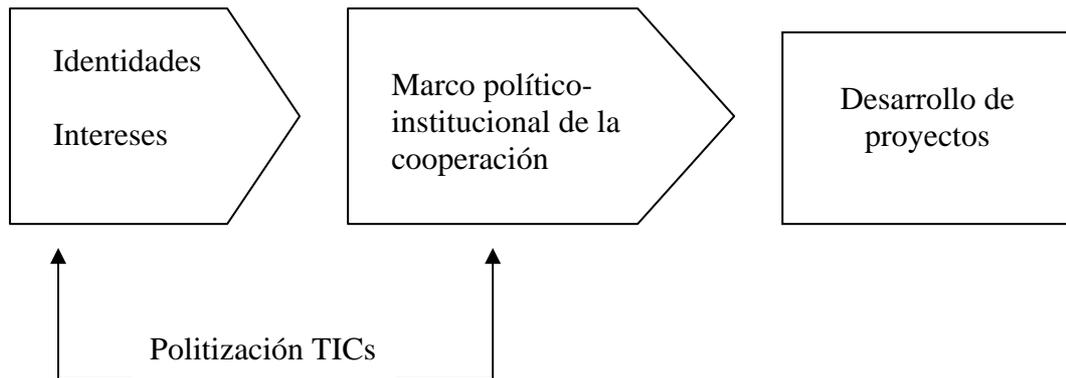
El aspecto que interesa destacar en esta conclusión es que ante la incapacidad de disponer de poder estructural en un sector que se considera “clave” dentro de un “nuevo paradigma tecno-económico”, un país “desarrollado” puede encontrar una fuerte motivación para la cooperación científica y tecnológica con un país de “desarrollo intermedio”. Esta cooperación tendrá esencialmente el objetivo de fortalecer su posición frente a aquellos estados o empresas que disponen de este poder. No obstante, el caso analizado muestra como el proceso de cooperación entre países que carecen de poder estructural, tiende a verse afectado y orientado por los desarrollos de aquellos actores que efectivamente ejercen este tipo de poder.

3. El marco político-institucional de la cooperación.

La construcción de un marco político-institucional para la cooperación científica y tecnológica entre Argentina y Alemania resulta una variable fundamental para entender las relaciones entre ciencia, tecnología y política en estos procesos. A partir de esta variable, esta tesis buscó explicar la relación en dos niveles. En un primer nivel, se intentó explicar la forma en que se construyó este marco a partir de diferentes identidades e intereses estatales (Capítulo V, 1). En un segundo nivel, se analizó cuál fue la incidencia de este marco formal, una vez constituido, en el desarrollo y registro de los intercambios entre los grupos de investigación, sus conocimientos y los artefactos utilizados y desarrollados (Capítulo V, 2).

Tanto en la construcción como en la implementación de este marco político-institucional se consideraron también las particularidades del campo de las Tecnologías Informáticas y de sus procesos de politización (Gráfico 20)

Gráfico 20: Marco político-institucional de la cooperación



3.1. Identidades e intereses en la construcción del marco de cooperación científica y tecnológica. Las relaciones entre política científica y tecnológica y política de la ciencia y la tecnología.

A partir de los datos analizados al comienzo del capítulo V, la tesis muestra cómo cada país construyó intereses de política exterior calificados como “sistémico-identitarios”, en tanto fueron contruidos a partir de la posición de poder relativa que cada país ocupaba en el sistema y de la identidad que cada gobierno había constituido. En ambos casos los intereses estaban fuertemente orientados al posicionamiento que el país pretendía alcanzar en el sistema internacional.

Argentina había construido una identidad de país con debilidades de poder relativas en el sistema pero “en transición positiva” a partir de las reformas económicas implementadas, siguiendo los lineamientos del Consenso de Washington. En esta transición, la política exterior Argentina estaba guiada

por el interés de lograr una “nueva inserción internacional”. Esta definición implicaba que hasta entonces el país había estado, de alguna manera, “fuera” de este mundo. Lo cierto es que las categorías como “dentro” y “fuera” se construyen siempre con relación a algo. En este caso, no se definían respecto al mundo en su totalidad, sino que señalaban específicamente al grupo de países centrales. Hasta el gobierno de Carlos Menem, Argentina había pertenecido al grupo de los países no alineados, de modo que había estado “inserta” en el mundo, pero en la categoría de periferia. La “nueva” inserción implicaba por lo tanto desprenderse de su identidad de país periférico y construir esta nueva identidad de “país en transición positiva”. En estos términos el objetivo se definía como ocupar un nuevo “lugar” en el sistema internacional, dejando el espacio periférico y construyendo vinculaciones más estrechas con los países centrales, entre los cuales se hallaba Alemania.

Por su parte, Alemania se definía como un país industrializado y líder tecnológico que se veía crecientemente afectado por la competencia tecnológica con otras potencias como EEUU y Japón. El principal interés de su política exterior era mantener el liderazgo industrial y tecnológico entre los países con similar poder relativo. El mundo en desarrollo, pero especialmente aquellos países en “transición positiva”¹⁰⁵ eran, en la percepción del gobierno alemán, un área donde consolidar este liderazgo frente a otras potencias. De esta manera, el gobierno alemán no sólo construyó su identidad, sino la misma identidad intermedia -“en transición”- para países como Argentina. En este caso el continuo fue definido más bien como “subdesarrollo-desarrollo”. A diferencia del continuo centro-periferia, éste no hacía referencia a una configuración espacial, sino a un proceso de desarrollo. Este proceso no definía una relación entre espacios diferentes que se constituyen en una relación mutua –hay centro en tanto hay periferia y viceversa-, sino como un camino que todos los países podían atravesar. De esta forma, la política exterior alemana construía una concepción de “país en

¹⁰⁵ Definidos en alemán como “Shwellenländer”, esto es países que se encuentran un umbral.

transición” menos ligada a condicionamientos de la estructura económica internacional.

Este análisis de identidades evidencia cómo éstas se construyeron tanto a partir de las percepciones de las elites gobernantes, como en forma intersubjetiva entre los gobiernos de ambos países. También muestra como “centro” y “periferia”, “subdesarrollado” y “desarrollado” no son realidades objetivas, sino identidades que se pueden construir y deconstruir en el discurso de las elites políticas de un país¹⁰⁶. Asimismo, permite analizar cómo se pueden construir identidades intermedias en estos continuos, bajo el concepto de “en transición”, al cual en esta tesis se agregó el adjetivo “positiva” para señalar su orientación hacia el segundo extremo del continuo. Finalmente, el análisis permite comprender la definición de los intereses de política exterior, particularmente aquellos que promovieron la cooperación entre Argentina y Alemania, a partir de la construcción de estas identidades. Concretamente, el interés de Alemania por promover la cooperación con Argentina se constituyó a partir de su identidad como país industrializado y líder tecnológico afectado por la competencia global, que deseaba mejorar su posición en el mundo en desarrollo. El interés de Argentina en esta cooperación se definió a partir de su identidad como país en transición y en el marco del objetivo de insertarse en el grupo de países centrales.

Una vez comprendido este proceso, resulta clave para esta tesis elaborar conclusiones respecto a cómo incidieron las identidades e intereses en la constitución del marco político-institucional de la cooperación.

Una primera observación es que cada país constituyó una relación diferente entre sus identidades e intereses de política exterior y su política de cooperación científica y tecnológica.

¹⁰⁶ Centro y periferia no son tomadas en este punto como categorías de análisis a las que puede recurrir un investigador para estudiar la estructura del sistema internacional, sino como identidades que los estados se atribuyen. Esto no significa por lo tanto desacreditar los análisis que aplican estas categorías predefinidas como teoría para el análisis.

Para el gobierno argentino prevalecieron los intereses políticos de inserción internacional y la consecuente necesidad de construir una imagen del país que calificaban como “confiable”, “racional” y “previsible” al comprometer recursos y una adecuada gestión de la cooperación. Las áreas tecnológicas en cuestión y los objetivos específicos a alcanzar en las mismas, no constituyeron un tema central al conformarse el marco político-institucional de la cooperación. El campo particular de las Tecnologías Informáticas estaba ausente en la política científica y tecnológica Argentina y no fue por lo tanto un área que el país promoviera como prioritaria, aunque la aceptó como propuesta alemana. De esta manera, se observa cómo, en el caso argentino, la política científica quedó subordinada a los intereses de la política exterior, definidos a partir de una identidad de país “en transición”. El principal rol de la cooperación no fue realmente promover el desarrollo científico y tecnológico local, sino aportar a la construcción de una agenda positiva en la relación entre ambos países.

Para el gobierno alemán, en cambio, la relación entre política exterior y cooperación científico-tecnológica era, desde el principio, constitutiva de sus intereses. El gobierno entendía que el posicionamiento internacional de Alemania se lograba a través del avance en un área tecnológica clave como las Tecnologías Informáticas. En este sentido, la cooperación con Argentina era parte de su estrategia de posicionamiento global y, al mismo tiempo, un modo de acceder a conocimientos generados en el exterior en un área central para la innovación. La política alemana de cooperación en ciencia y tecnología evidencia claramente la relación entre “política científica y tecnológica” y “política de la ciencia y la tecnología”. Alemania definió una estrategia de cooperación que formaba parte de su política científica y se orientaba a cumplir los objetivos de ésta. A la vez, esta estrategia, contemplaba el valor de determinadas tecnologías –TICs- haciendo un uso político de ellas con el objetivo de consolidar su posición de poder en el sistema internacional a partir de ellas.

En Argentina, no hubo una política científica que orientara la cooperación y de la cual ésta formara parte. Tampoco se observa en el análisis un uso

político de las TICs en este proceso, pues no había una estrategia definida en torno a ellas. Argentina no hizo política de la ciencia y la tecnología, sino más bien un uso retórico de su importancia como área de acción del gobierno en la construcción de una agenda de política exterior positiva.

3.2. Incidencia del marco político-institucional en el desarrollo de los proyectos

Las identidades e intereses analizados constituyeron una relación en la que prevaleció la voluntad de cooperar por sobre la definición de áreas prioritarias y los mecanismos formales para el desarrollo de la cooperación. Como resultado, en el encuentro de 1997 ambos países acordaron un marco de cooperación simétrico en términos de recursos a aportar, de bajo costo y bajo impacto en el área definida y con un proceso de seguimiento y evaluación de los proyectos que no era bilateral. ¿Cuál fue la incidencia de estas particularidades en el desarrollo de los proyectos?

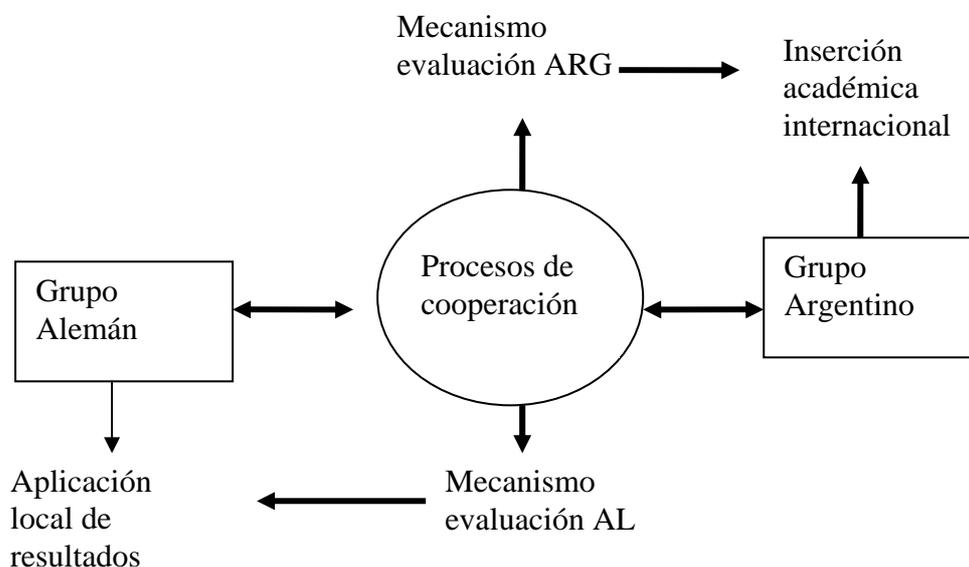
Para el gobierno argentino, comprometer un aporte simétrico de recursos significaba dar una muestra de que era un país confiable, dispuesto a cumplir con sus compromisos en igualdad de condiciones con un país “desarrollado”, a pesar de las amplias diferencias de infraestructura, recursos y políticas de sus sistemas científico-tecnológicos. El compromiso fue por lo tanto funcional a la construcción de su nueva identidad, pero no se ajustaba a las diferencias de recursos públicos y privados, de estructuras y de políticas para el sector TIC de cada país. Estas diferencias incidieron en la forma en que se definieron los proyectos y se utilizaron sus resultados en Alemania y no así en Argentina.

El mecanismo de intercambio de investigadores representaba un bajo costo para ambos países, en comparación con lo que implicaba financiar proyectos que incluyeran otros componentes como equipos, literatura, insumos, etc. En comparación con proyectos de mayor envergadura, el impacto de este mecanismo resultaba limitado a los investigadores participantes. Sin embargo, en el caso estudiado, el impacto fue diferente en cada país debido a las características de sus “tejidos de relaciones” locales y a las

particularidades de las instituciones que intervinieron. Si bien en el caso de la FH-Konstanz el impacto de los resultados fue muy acotado a demandas específicas de empresas alemanas, lo cierto es que trascendió a los individuos participantes de los intercambios y permitió la apropiación de los desarrollos por parte de algunas empresas. En cambio, en Argentina el impacto se limitó a la formación individual de los investigadores, y no trascendió hacia otros ámbitos, ni académicos ni empresarios.

Evidentemente, cada país consideró en forma diferente el grado y el modo de vinculación local de sus grupos de investigación. En los procesos de seguimiento y evaluación de los proyectos, el gobierno argentino estableció criterios para medir los resultados “conjuntos”, mientras el gobierno alemán medía tanto éstos como el aprovechamiento local de los mismos. Esta diferencia se explica en función de cómo fue concebida la cooperación en el marco de los intereses de política exterior de cada país. Para Argentina lo importante era la “inserción internacional” de los grupos de investigación, su participación en “redes internacionales”, pero no necesariamente el aprovechamiento “local” de los conocimientos, menos en un área como las Tecnologías Informáticas que no formaban parte de la política de ciencia y tecnología. Para Alemania la estrategia era, por el contrario, aprovechar los resultados de la cooperación para desarrollo tecnológico local en un área clave, logrando su transferencia a las empresas (gráfico 21). A partir de estas diferentes concepciones sobre la función de la cooperación científica y tecnológica en el marco de las políticas exteriores de cada país, se explica que se generaran dos circuitos de información totalmente desvinculados que derivaron en la construcción y presentación de resultados distintos.

Gráfico 21: Resultados de los procesos de cooperación.



En relación con las expectativas de la SECyT y a partir del caso estudiado, es importante destacar que los procesos de cooperación a través de un mecanismo de intercambios científicos no generan automática y necesariamente “redes” internacionales sostenibles en el tiempo. Tampoco las redes internacionales –en los casos en que se generan y mantienen durante un proyecto- son, en sí mismas, automáticamente beneficiosas para el desarrollo tecnológico local en un campo determinado. Esto último dependerá, como ya se destacó, de diversos factores locales.

Para concluir este punto, es importante considerar que la construcción del marco político-institucional de la cooperación en el caso estudiado, presenta rasgos conceptuales y políticos que definen a la cooperación científica y tecnológica como un área de vinculación diferente a la de la cooperación para el desarrollo. Si bien esta última ha sido un vínculo central y constitutivo de las relaciones entre países “desarrollados” y “en desarrollo”, funcionó siempre en simultaneidad con otras áreas de vinculación, entre las

cuales se encuentra la ciencia y la tecnología. En este área los estados construyen intersubjetivamente identidades que se apartan del continuo definido esencialmente por los donantes como “subdesarrollo-desarrollo” y de la expresión de un interés compartido para que todos los países transiten hacia el segundo extremo del continuo. En el campo de la ciencia y la tecnología los países “desarrollados” definen políticas de cooperación para mejorar su posición competitiva, no para contribuir al desarrollo de otros. En consecuencia, los países “en desarrollo” se involucran en este tipo de procesos bajo la condición de aportar recursos propios, ya sea investigadores, conocimientos o tecnologías locales, con el fin de generar nuevos conocimientos o innovaciones. El caso estudiado mostró que los beneficios de este tipo de cooperación no son simétricos ni producen beneficios equivalentes entre países con asimetrías de poder y diferencias en cuanto a la prioridad política asignada a un campo científico y tecnológico determinado.

Finalmente, una reflexión de carácter más general sobre la cooperación científica y tecnológica entre países con asimetrías de sus Sistemas Nacionales de Innovación, es que los proyectos no funcionaron aisladamente de las condiciones locales en las que está inserto cada grupo de investigación. Por el contrario, las trayectorias resultantes y el modo de articulación de los grupos reflejaron las características de los Sistemas Nacionales de Innovación que entraron en contacto. Un sistema altamente fragmentado, escasamente vinculado con el sector productivo y guiado por criterios de evaluación científicos facilitó la integración del grupo argentino en tareas de producción de conocimiento en niveles más abstractos. Por el contrario, un grupo inserto en un sistema más integrado, más vinculado con las empresas y guiado por criterios de utilidad económica de la investigación, tendió a subordinar el rol del grupo externo a desarrollos en niveles de aplicación de conocimientos y producción de artefactos. De ello también se deriva que el grupo alemán tuvo más posibilidad de obtener beneficios directos por la apropiación de resultados.

4. Las dinámicas de interacción.

4.1. Particularidades de la trayectoria socio-técnica de la cooperación.

El análisis de los procesos de cooperación como trayectorias socio-técnicas ha resultado sumamente enriquecedor para comprender la forma en que se interrelacionaron y co-construyeron distintos elementos sociales, políticos, científicos y tecnológicos.

Si bien los organismos políticos de ciencia y tecnología concibieron criterios y mecanismos de presentación y seguimiento de los proyectos, esperando cierta dirección en la evolución de la cooperación, el concepto de trayectoria socio-técnica, permite dar cuenta de cómo estos procesos fueron en realidad autoorganizados. Desde esta perspectiva, ¿de qué manera se dispusieron los distintos elementos que conformaron la trayectoria entre el LIFIA y la FH-Konstanz? Una característica es que la trayectorias se organizó alternando momentos de convergencia y divergencia entre elementos locales y externos de la red tecno-político-económica de la cooperación. Los momentos de convergencia se produjeron cuando los actores de estas redes fueron los “proyectos” que debieron presentar y los “artículos” o “papers” que elaboraron. Estos actores alinearon las agendas de investigación de cada grupo, los sentidos atribuidos a las tecnologías que cada uno dominaba y sus estilos socio-técnicos. La subordinación de agendas y de sentidos atribuidos a las tecnologías utilizadas, así como la división de tareas fueron los mecanismos que permitieron la integración de elementos locales y externos en el proceso de cooperación, generando los momentos convergentes de la trayectoria. Lo cierto es que los momentos de convergencia fueron coyunturales e impulsados por la mecánica formal del proceso diseñado por los organismos políticos –presentación de proyectos, publicación de textos conjuntos como resultado-.

En los momentos en que cada grupo presentó sus informes anuales, los elementos locales y externos divergieron, construyendo resultados y definiciones de funcionamiento de los artefactos diferentes. Claramente, el

mecanismo de monitoreo y evaluación previsto por los organismos políticos de ciencia y tecnología creó las condiciones para esta divergencia y no permitió además tomar registro de ellas y sus implicaciones.

Las características de los estilos socio-técnicos de ambos grupos fueron también constitutivas de estos momentos de divergencia. La orientación del LIFIA a producir resultados en forma de textos, difundiendo así el conocimiento generado (haciendo “explícitos” los elementos de un “buen” diseño) se contraponía con la orientación del grupo de Konstanz a producir resultados aplicables a las empresas, que, en muchos casos se definían como acuerdos “confidenciales”. Esta diferencia implicaba distintos procesos de aprendizaje, el uso de distintos lenguajes –más o menos “creativos”-, diferentes modos de vinculación local e internacional de los grupos y, finalmente, la definición de distintos resultados de los proyectos –papers, “diseños”, “framework programado”, “arquitecturas”-. Estas discrepancias fueron afectando, sin duda, las interacciones y conduciendo al declive de la cooperación.

De esta manera, si bien la política de cooperación presuponía inicialmente una tendencia convergente entre los grupos de investigación, promovida por un mecanismo de intercambio en el marco de “proyectos”, lo cierto es que la auto-organización de la variedad de elementos que constituyeron la trayectoria condujo, en realidad, a una creciente divergencia.

Un último aspecto que cabe considerar aquí es la medida en que la trayectoria socio-técnica de la cooperación incidió o no en las trayectorias y estilos particulares de cada grupo. Los datos mostraron la incorporación de un nuevo tema en la agenda del grupo alemán –aplicaciones web-, que fue significado de acuerdo con la noción de los artefactos construidos hasta ese momento –*frameworks*. La trayectoria no alteró ni estos significados ni el estilo del grupo. En el caso argentino, los datos analizados no indican ninguna alteración de su estilo, ni de su agenda. Este análisis lleva a rever una de las hipótesis de este trabajo, que preveía una incidencia de la trayectoria de la cooperación en trayectorias y estilos locales. Esta incidencia no es una consecuencia automática, sino que depende de varios

factores externos al proceso, como por ejemplo la relevancia de una nueva línea de investigación en el campo internacional como fue el caso de las aplicaciones web. Es importante también contemplar los factores que explican la “no-incidencia”. En este caso, es posible afirmar que la división de tareas y el trabajo en fases complementarias de un mismo proceso, tendió a mantener los estilos socio-técnicos de cada grupo. Fueron precisamente sus particularidades y sus diferencias las que les permitieron este tipo de articulación.

4.2. Sucesión y yuxtaposición de redes tecno-político-económicas.

La trayectoria socio-técnica de la cooperación entre el LIFIA y la FH-Konstanz se analizó como una sucesión de diferentes configuraciones de redes tecno-político-económicas. La utilización de este concepto permitió identificar los diferentes elementos técnicos, políticos y económicos que constituyeron la trayectoria y el modo en que éstos se interrelacionaron en distintos momentos del proceso. En la conjunción de elementos de ambos países estas redes fueron largas y completas pues incluyeron todos los polos. Sin embargo, las interfaces ciencia-tecnología y los polos tecnológico y de Mercado se situaron en el país con mayor densidad de relaciones entre los componentes de su Sistema Nacional de Innovación y su participación fue mediada por el grupo de investigación alemán. El análisis de este tipo de redes permite entonces observar cómo las particularidades locales incidieron en la configuración de estos complejos de relaciones bilaterales, incluyendo distintos intermediarios que se vincularon más o menos directamente.

En el análisis se pudieron identificar cuáles fueron los actores que alinearon las redes en distintos momentos –inicialmente fue el “proyecto”, luego los “papers” y finalmente el coordinador alemán- partir de distintas traducciones. El cambio del “proyecto” a los “papers” implicó la transición de un momento de mayor convergencia de elementos políticos, científicos y técnicos, hacia la preeminencia de elementos científicos y técnicos una vez

aprobado el proyecto. Este desplazamiento mostró el carácter coyuntural que tuvo el proyecto y su función instrumental para que los grupos de investigación se inserten en un esquema de promoción estatal bilateral. Sólo en un primer momento lograba alinear e incluso coordinar tecnologías, investigadores, empresas, dinero y organismos políticos de ciencia y tecnología, esencialmente porque exigía expresar acuerdos para participar del esquema de intercambios promovido. Sin embargo, mantuvo una amplia flexibilidad interpretativa –“marco general”, para los investigadores, y “plan de trabajo conjunto”, para la SECyT y el BMBF-, lo cual disminuyó su capacidad como elemento de alineamiento de la red una vez aprobado.

El rol de actor de los papers, una vez que comenzó a desarrollarse la cooperación, refleja la preeminencia de elementos científicos en este proceso y la débil vinculación de otros elementos –especialmente empresas y artefactos producidos- en la relación bilateral. La interacción de los investigadores y mismo proceso de cooperación se sostenían en estos textos conjuntos. El financiamiento estatal se destinaba así a su producción y los organismos políticos los evaluaban como indicadores de avances del proyecto. Como proceso conjunto, bilateral, la cooperación fue un mecanismo que financió el desarrollo de papers. Sin embargo, la cooperación no fue sólo un proceso bilateral, sino que generó procesos locales, en los que otros intermediarios adquirieron relevancia. En Argentina la cooperación contribuyó a la formación individual de estudiantes y al prestigio internacional del grupo. En Alemania, contribuyó a desarrollar artefactos y proyectos con empresas locales.

Hacia el final del proceso de cooperación se observó la yuxtaposición entre la red bilateral y una red local alemana, cuyo actor fue el coordinador alemán. La vinculación de elementos locales y externos por “yuxtaposición” de las redes, indica que muchos elementos quedaron desvinculados o bien vinculados localmente. Esta yuxtaposición de redes significó además que, al alterarse la subordinación de agendas en el segundo proyecto de cooperación en función de los intereses del grupo argentino, el coordinador alemán buscó generar una red que le permitiera aprovechar estos nuevos

conocimientos de acuerdo con las necesidades locales. La capacidad del actor para resignificar elementos de la red bilateral alineando la red alemana, no se debió exclusivamente a su habilidad personal para esta tarea, sino a las características del Sistema Nacional de Innovación alemán en el que estaba inserto y al modo en que en él se articulaba la política de cooperación para fortalecer capacidades locales. Por contraposición, esto contribuye a explicar también por qué del lado argentino se generaron este tipo de redes locales. Cabe concluir entonces que las particularidades del Sistema Nacional de Innovación y el sentido de la política de cooperación dentro del mismo, son elementos que inciden en la capacidad local de alineamiento de una red tecno-político-económica a partir de un proceso de cooperación. Esta capacidad no parece ser necesariamente un atributo exclusivo de la habilidad personal de un actor.

En este mismo sentido, se observó que la integración de polos políticos, científicos y tecnológicos en el nivel local incidió en los distintos grados de convergencia de las redes. El alto grado de convergencia de la red alemana fue producto de los mecanismos de coordinación que proveía el ministerio de ciencia y tecnología y que inducían a la integración subordinada de intermediarios externos al Sistema Nacional de Innovación. La fortaleza de esta forma de coordinación local se contraponía y, la vez acentuaba, la debilidad de la coordinación bilateral propuesta en el marco político-institucional de la cooperación a través de los informes de avance.

Otra conclusión significativa del cambio en la configuración de las redes analizadas tiene que ver con los cambios en la subordinación de agendas y las traducciones que estos implicaron. El cambio de la investigación sobre “*frameworks* para procesos de negocios” hacia “procesos de negocios en aplicaciones web”, mostró que la subordinación de agendas no fue consecuencia automática del lugar central o periférico que ocupa un grupo de investigación en un campo de investigación, ni de las asimetrías nacionales en términos de recursos aplicados a la ciencia y tecnología. Esta subordinación dependió en cada caso de cómo se conjugaron distintos elementos que acrecentaron el poder de los actores en diversos momentos

de un proceso: la experiencia de los investigadores en el desarrollo de proyectos, el prestigio de los investigadores, la articulación local del grupo y el peso relativo de los proyectos locales, la inserción internacional del grupo y peso de las investigaciones internacionales, la relevancia que se le atribuya a una línea de investigación en un campo, las innovaciones en el sector, etc.

Una última conclusión intenta responder por qué el proceso de cooperación se mantuvo hasta el 2003 cuando en realidad el interés de los grupos de trabajar conjuntamente fue decayendo desde fines de 2001. El caso estudiado muestra cómo los polos políticos incidieron en el mantenimiento de la red a partir de los mecanismos diseñados y acordados para el desarrollo de la cooperación. Precisamente fue la debilidad de estos mecanismos y no su fortaleza la que permitió mantener la red cuando ya no había interés ni científico, ni tecnológico y tampoco se había logrado medir conjuntamente el impacto de los resultados de los proyectos. Estos mecanismos fueron por lo tanto funcionales al mantenimiento de la red, pero no fueron adecuados para medir los resultados de la investigación conjunta, ni las características de la red que se estaba sosteniendo. De esta manera, se puede observar en estas redes una brecha entre política, ciencia y tecnología, en tanto los contenidos de la investigación y sus resultados tecnológicos no fueron objeto de análisis por parte de los organismos estatales involucrados.

4.3. Articulación de estilos socio-técnicos y apropiación de resultados.

El caso estudiado, demuestra la relevancia de conocer los estilos socio-técnicos de los grupos que se vinculan en un proceso de cooperación. Un análisis de estos estilos permite detectar fortalezas y debilidades de los grupos y hasta podría contribuir a prever posibles modos de interacción o integración. En esta tesis se analizó como se vincularon un grupo orientado esencialmente a la investigación teórica, con una agenda traccionada por innovaciones de alto impacto en el mercado internacional y con una débil

vinculación local y otro grupo cuyo estilo de trabajo estaba orientado a la aplicación y transferencia de conocimientos, con una agenda traccionada por demandas específicas de empresas locales y con una fuerte vinculación local. Evidentemente se trataba de estilos que podían complementarse y una observación de los informes de los proyectos indica que efectivamente lo hicieron a partir de una división de tareas. Los grupos entendieron estas diferencias de estilo como “fortalezas complementarias” que cada grupo había demostrado. Los estilos se articularon en diferentes fases del proceso de construcción de artefactos –en este caso, frameworks- y de acuerdo con diferentes sentidos atribuidos a los mismos. La flexibilidad interpretativa se mantuvo en tanto cada grupo clausuraba los artefactos en distintas etapas. De esta manera se generaron distintos resultados en los mismos proyectos, de acuerdo a cómo se definieron y presentaron en cada país. Esto muestra que es posible que no haya un único proceso de clausura, en casos en que se establece alguna división de tareas entre grupos de investigación, cuyos tipos de aprendizaje y concepción sobre los resultados que persigue la investigación varía.

Al no existir un proceso conjunto de evaluación de los proyectos, estos distintos niveles de clausura no fueron percibidos y la cooperación mostraba en cada país complementariedades. Pero, ¿es un resultado significativo para la cooperación internacional en ciencia y tecnología que los grupos vinculados se complementen? ¿Funciona un proceso de cooperación simplemente porque los grupos logran articularse a partir de sus fortalezas? Es tentador responder a priori que “no” a estas preguntas, pero lo cierto es que la respuesta depende de la manera en que fue concebida la política de cooperación por los gobiernos. En la medida en que, para la Argentina, esta política implicó solamente la construcción de una agenda de política exterior positiva orientada a su “nueva inserción internacional”, la cooperación funcionó y fue significativa. Si, en cambio, esta política hubiera sido concebida como un instrumento de una política científica y tecnológica orientada a fortalecer las capacidades locales, tal como lo fue para los alemanes, la complementación no habría bastado. Lo importante habría sido

considerar la apropiación de resultados que derivaban de esta complementación.

En el caso estudiado, el trabajo del grupo argentino en las fases más abstractas del diseño fue apropiado dentro de un producto final que solucionaba demandas concretas de algunas empresas alemanas. Sin duda, los estilos de cada grupo incidieron en este resultado y es por lo tanto necesario considerarlos al definir una política de cooperación, en función de qué posibilidades de apropiación permiten. También es necesario tener en cuenta en estos procesos la habilidad de los actores locales y las particularidades de los sistemas científico-tecnológicos de cada país para articular redes largas y completas que incluyan polos ciencia-tecnología, tecnología-mercado y mercado.

4.4. Aprendizajes.

La trayectoria de cooperación analizada no modificó el tipo de aprendizaje que realizaba cada grupo. Sin embargo, *en* la trayectoria los tipos de aprendizaje de cada grupo se vincularon. El grupo argentino desarrolló un aprendizaje “por interacción indirecta” con los usuarios, esto es mediada por acciones y definiciones del grupo alemán que mantenía el contacto y desarrollaba proyectos con las empresas. En este proceso, el grupo argentino replicaba el tipo de aprendizaje por abstracción y generalización que constituía su estilo, en tanto el grupo de Konstanz continuaba con su aprendizaje por interacción directa, tomando, sin embargo, las soluciones generales provistas en el aprendizaje más teórico con el grupo del LIFIA.

La división de tareas y el trabajo en distintas fases tendió asimismo a mantener tanto los estilos como los tipos de aprendizaje.

Si bien entonces la trayectoria no fue relevante para alterar los “tipos” de aprendizaje, sí lo fue para realizar nuevos aprendizajes. El grupo argentino incorporó la experiencia y los conocimientos del grupo alemán en procesos de negocios, vinculándola con su trabajo y aplicaciones web. De esta forma incorporaba indirectamente un aprendizaje realizado fundamentalmente por

interacción con usuarios en un proceso productivo. Lo mismo hizo el grupo alemán al incorporar conocimientos sobre la metodología de diseño web para sus propias investigaciones en *frameworks*. En este caso absorbieron conocimientos generados por un tipo de aprendizaje teórico-académico.

En relación con la cuestión del aprendizaje en procesos de cooperación, cabe destacar que sería muy importante para futuras investigaciones analizar dimensiones de conocimiento tácito que se adquieren y transmiten en estos procesos.

4.5. La función del marco tecnológico en el proceso de cooperación.

El caso de cooperación analizado mostró cómo un proceso de cooperación científica y tecnológica puede verse facilitado cuando los grupos comparten definiciones de un marco tecnológico, particularmente si éstas se constituyeron como elementos novedosos de un campo (en este caso, el “paradigma de orientación a objetos”), adquiriendo relevancia internacional. En este caso los grupos no construyeron este marco tecnológico, sino que adoptaron definiciones sobre problema-solución insertas en el mismo y producidas en el desarrollo de una trayectoria socio-técnico global.

De esta manera, ambos grupos se insertaban en el centro de las tendencias internacionales de la investigación. Sin embargo, cada grupo lo hizo desde racionalidades diferentes. Para el grupo argentino esto significaba ocupar un lugar de prestigio en campo académico. Para el grupo de Konstanz significaba resolver problemas en el desarrollo de software cada vez más importante en la industria alemana. Se contraponían por lo tanto una racionalidad académica y una económica dentro de un mismo marco tecnológico.

Los contenidos de este marco tecnológico global resultaban, por lo tanto deslocalizados y con un alto nivel de generalidad. Si bien los artefactos producidos en la cooperación se constituyeron a partir de las definiciones de

este marco, deslocalización y generalidad fueron dos particularidades que abrieron espacios de controversia durante el desarrollo de la cooperación – por ejemplo, qué lenguaje usar o cómo definir la utilidad de un *framework*–.

De esta manera, si bien compartir un marco tecnológico global puede facilitar el inicio de la cooperación entre grupos de países distintos, su nivel de generalidad no alcanza para mantenerla. Por el contrario, al tratarse de definiciones “adoptadas” pero no “construidas” por los actores involucrados en el proceso de construcción de artefactos específicos, los sentidos alternativos locales sobre aspectos específicos de este proceso tienden a dificultar la cooperación entre los grupos.

5. Consideraciones sobre el modelo teórico-metodológico utilizado.

Para poder evaluar el valor o la utilidad del marco teórico-metodológico construido en esta tesis, cabe recordar por qué se decidió su elaboración. El objetivo de este trabajo era analizar un proceso complejo, abordando y vinculando la mayor cantidad de elementos posibles. La intención era abarcar desde procesos en un nivel macro hasta interacciones en un nivel micro. Ello exigió, por un lado, un marco conceptual interdisciplinario, y por otro lado, un esquema que permitiera organizar y vincular los diferentes conceptos. La distinción de niveles –internacional, estatal y grupos de investigación– fue el esquema elegido y resultó adecuado para la explicar tres variables: politización de TICs, marco político-institucional de la cooperación y, finalmente, dinámicas de interacción entre los grupos.

El eje de articulación conceptual fue la definición de la cooperación científica y tecnológica como una trayectoria socio-técnica. Este concepto permitió analizar la evolución de distintos elementos sociales, políticos, científicos, tecnológicos y económicos que constituyeron el proceso, así como el modo en que se auto-organizaron. La triangulación con conceptos de otros niveles –poder estructural, identidades, intereses estatales, discursos, sistemas científico-tecnológicos, etc.– contribuyó a profundizar en

el análisis particular de estos elementos y su rol constitutivo de la trayectoria.

Entre los aportes de esta triangulación, cabe destacar la vinculación establecida entre la configuración de un marco tecnológico global y el poder estructural de empresas y países centrales en el sector de la TICs. Si bien el concepto de poder estructural incluye en su definición el conocimiento y las tecnologías, la noción de marco tecnológico amplía estos conceptos desde una perspectiva constructivista y permite analizar cómo las construcciones de sentido en torno a algunas tecnologías –Java, objetos, componentes– dieron forma a una trayectoria de cooperación.

Un aspecto destacado de esta triangulación fue también la constitución de un sistema de explicaciones que vincularon la cooperación, entendida como política estatal, con la construcción de identidades e intereses estatales. Este esquema permitió comprender la construcción de definiciones de utilidad de la cooperación científica y tecnológica en distintos contextos nacionales y sobre la base de distintos procesos de politización del campo tecnológico analizado. También amplió las posibles vinculaciones entre política científica y política de la ciencia.

Otro aporte de esta triangulación fue la identificación de las particularidades de los sistemas científicos y tecnológicos locales, así como las políticas y características del campo tecnológico en cuestión. Estos conceptos permitieron explicar algunos aspectos de la evolución de la trayectoria.

Por otra parte, la introducción del concepto de “red tecno-político-económica”, permitió organizar el análisis del caso de cooperación como una sucesión de redes. La ventaja de esta estrategia fue poder identificar diferentes configuraciones de actores, intermediarios y traducciones en distintos momentos del proceso, así como aspectos semióticos y micropolíticos del poder. La distinción de un “polo político” en estas redes tuvo el objetivo de caracterizar un tipo particular de intermediarios y poder analizar el rol que jugaron los organismos de ciencia y tecnología en la evolución de la trayectoria. También constituyó una categoría de análisis

para comprender la relación con otros polos –científico, tecnológico, mercado- y así las (des)vinculaciones entre ciencia, tecnología y política en este proceso, tanto en un plano bilateral como local. Queda sin embargo, mucho más para profundizar respecto al rol de los polos de interfase en estos procesos, así como profundizar en el análisis de la incidencia de una mayor o menor convergencia entre los polos en los niveles locales.

La aplicación de este modelo en un estudio de caso tuvo el objetivo de probar su viabilidad y sus aportes para el análisis de un proceso complejo. Queda pendiente el análisis de otros casos que puedan ilustrar nuevos aspectos de estos procesos y contribuir así a una definición más precisa de la cooperación científica y tecnológica y de sus posibles efectos.

El modelo de análisis desarrollado constituye un aporte, tanto para las Relaciones Internacionales, como para el campo de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. En el primer caso, permite introducir variables y conceptos que abren la “caja negra” de la tecnología, permitiendo comprender como éstas, sus definiciones de utilidad y funcionamiento, las racionalidades de los actores científicos, sus trayectorias y estilos socio-técnicos, son también elementos constitutivos de procesos de vinculación internacional. También resulta significativo para comprender los procesos de politización de ciertas tecnologías y sus implicaciones, a partir de conceptos como flexibilidad interpretativa y marcos tecnológicos.

Para los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, el aporte de las Relaciones Internacionales también resulta valioso. La vinculación de conceptos como estructura histórica y poder estructural, permiten ampliar la explicación de elementos macro que inciden en la construcción de procesos de cambio tecnológico, así como en dinámicas y trayectorias socio-técnicas. Tal vez en este sentido, contribuya a abrir la “caja negra” de la política, en su dimensión internacional.

6. Las categorías centro-periferia en procesos de cooperación científica y tecnológica.

Si bien sobre este punto queda aún mucho por discutir, esta tesis muestra algunas limitaciones que presenta utilizar las categorías “centro- periferia” para comprender los procesos de cooperación científica y tecnológica bilaterales.¹⁰⁷

El lugar central o periférico puede ser tanto de un país, como de un grupo de investigación, y en relación con un campo tecnológico particular. En el estudio de caso, tanto Argentina como Alemania eran periféricos a los principales procesos de innovación en TICs. El grupo de investigación argentino estaba mejor posicionado en el campo de hipermedia y aplicaciones web, mientras el grupo alemán lo estaba en software de procesos. Centro y periferia pueden entenderse así como conceptos relativos a otros elementos. Lo importante sería identificar esos otros elementos para tener conocimiento de las fortalezas y debilidades de los grupos de investigación en un campo tecnológico.

Por otra parte, considerando el nivel de los estados, la homogeneidad de cada categoría y la reducción del vínculo entre ambas a la noción de dependencia, no permite dar cuenta de la diversidad de identidades y de relaciones que constituyen y a la vez son constituidas en estos procesos cooperación. El estudio de caso mostró, por ejemplo, cómo Argentina constituyó su identidad como “país en transición positiva”, en los lineamientos de su política exterior, en su relación con otros estados y, particularmente, en la construcción del marco político-institucional de la cooperación con Alemania. Esta identidad construía, a su vez, un vínculo de cooperación científica y tecnológica con Alemania, muy diferente al de la cooperación para el desarrollo.

¹⁰⁷ Cabe mencionar que sí resultaron categorías adecuadas para identificar distintas posturas discursivas en el nivel internacional. En este nivel resulta más adecuado trabajar con categorías más homogéneas y agregadas.

7. Recomendaciones para la política pública

Como punto final de este trabajo, y a partir de los conocimientos desarrollados, es importante destacar algunas recomendaciones para la política de cooperación científica y tecnológica argentina, tanto en general como para el campo de las TICs.

En primer lugar, es importante identificar que la evolución de un campo tecnológico en el nivel internacional es el resultado de diámicas socio-técnicas y no consiste, por lo tanto, en una evolución lineal predeterminada y homogénea, basada exclusivamente en la “aparición” de ciertas tecnologías. Esto significa que no hay una única definición de sentidos sobre los artefactos tecnológicos que dan forma a esta evolución (“el factor clave” de un paradigma, la utilidad de los artefactos, etc.), ni sobre sus efectos (transformación social, cambio en los modelos de producción, etc.). Cada sociedad puede definir o resignificar sentidos alternativos sobre ambos aspectos y por lo tanto las políticas locales no deben quedar condicionadas por la idea de que existe un único “paradigma” con contenidos universales y una única trayectoria a seguir.

En el mismo sentido, es importante que se analicen los distintos contenidos que construyen procesos de politización global de una tecnología o grupo de tecnologías, como el caso de las TICs. Estos procesos tienden a orientar tanto políticas locales como políticas de cooperación internacional y, a su vez, pueden consolidar asimetrías de poder en un sector. En el caso particular de las TICs, resulta necesario distinguir entre políticas de acceso, uso y regulación, por un lado, y aquellas orientadas al desarrollo y producción de estas tecnologías, por otro. Distinguir entre ambos tipos de políticas no implica disociarlas, sino identificar sus particularidades para generar acciones que se refuercen mutuamente, en función de una estrategia de desarrollo de los sectores que integran el complejo TICs -particularmente el software-.

En tercer lugar, y vinculado con el punto anterior, es necesario que las políticas de cooperación internacional de distintas áreas del Estado se

articulen y que se ponga especial atención a los contenidos discursivos y a las acciones de la cooperación científica y tecnológica. Este contenido tiende a constituir relaciones más simétricas, abriendo así espacios de poder relativos para países como la Argentina que cuenta con grupos de investigación prestigiosos. Este prestigio puede ser un importante recurso de poder ante países de economías más desarrolladas, pero que son periféricos en relación con un campo tecnológico particular, como lo mostró el caso alemán. Así, en el momento de definir un marco de cooperación bilateral y las áreas prioritarias a promover en conjunto resulta importante considerar el lugar central o periférico del país socio con relación a determinados campos tecnológicos. Esta consideración resulta importante para definir estrategias más específicas a partir de debilidades y fortalezas relativas, así como para introducir mecanismos de seguimiento y evaluación conjuntos.

En cuarto lugar, también resulta conveniente analizar el rol social y económico que se les asigna a estas tecnologías en el país socio como parte de los procesos de politización local. Esto permitiría tener una visión más clara de las posibilidades de inserción que podrían tener las investigaciones de los grupos argentinos e, incluso, negociar previamente esquemas de apropiación de resultados.

Para cumplir con el objetivo anterior, no basta, sin embargo, analizar la politización de las tecnologías en el país socio. La quinta recomendación es entonces conocer las trayectorias y estilos socio-técnicos de los grupos de investigación que se proponen participar en proyectos conjuntos. Como mostró el estudio de caso, las particularidades de cada grupo fueron determinantes en la constitución de la trayectoria de los proyectos, particularmente en la división de tareas, en la construcción de redes locales y en la apropiación de resultados. Los estilos constituyen una variable que permitiría identificar *a priori* las posibles tendencias de integración o complementación de los grupos, prever el tipo de resultados –académicos, tecnológicos, económicos, etc.- y las modalidades de apropiación de los mismos. En un plano práctico, sería necesario introducir puntos o preguntas en los formularios de presentación de proyectos que permitieran caracterizar

estas trayectorias y estilos. Sería también importante darle a estos elementos más peso que a los CV de los investigadores en el proceso de selección. En los formularios analizados en el estudio de caso, se observó un rol predominante de criterios orientados a medir el prestigio individual de los coordinadores de los proyectos. Pero si lo que se busca es que los grupos desarrollen “proyectos” conjuntos, resulta más importante considerar la trayectoria socio-técnica previa y los estilos de los grupos de investigación.

Sin duda, el mecanismo de desarrollar proyectos conjuntos -entendidos como una planificación de objetivos, actividades y resultados esperados en un período de tiempo- constituye una buena forma de orientar la investigación hacia resultados concretos. Sin embargo, para lograrlo y obtener además un impacto de mayor alcance en un campo tecnológico, el mecanismo de intercambios no resulta suficiente. Este mecanismo muestra ser útil como elemento de formación y promoción individual y, en algunos casos, para la conformación de redes internacionales. Al mismo tiempo, resulta sumamente débil para obtener resultados aplicables o transferibles a partir de la investigación conjunta. Sería conveniente entonces -y aquí se presenta la sexta recomendación-, diseñar estrategias complementarias -p.e. vinculación de empresas locales, estadías en empresas extranjeras, conformación de consorcios entre distintos tipos de actores como en los Programas Marco de la UE, etc.-, así como incluir otros componentes -p.e. adquisición de equipamiento, mejora de la infraestructura local, etc.-. Estas estrategias y componentes complementarios deberían también orientarse a fortalecer la vinculación local de los grupos argentinos para así lograr también efectos más amplios de los proyectos, e incluso una mejor apropiación de los resultados.

En séptimo lugar, es importante destacar que el objetivo prioritario de la cooperación no debería ser la conformación de redes, esperando automáticamente beneficios derivados de ellas. Como mostró el estudio de caso, lo importante es considerar *cómo* se insertan los grupos argentinos en estas redes y qué efectos pueden tener estas vinculaciones. La conformación de redes debería ser entendida como medio para otros fines de desarrollo

tecnológico y no como un fin en sí mismo que indique el grado de inserción internacional de los grupos. El impulso estatal para su conformación debería definirse en función de las estrategias de desarrollo de cada sector tecnológico considerado prioritario, analizando al mismo tiempo el tipo de inserción que se desea promover.

Finalmente, una consideración de carácter general y relevante para la política argentina a partir de esta nueva década, es que evite hacer un uso meramente retórico de la ciencia y la tecnología como “cajas negras” de construcción de una agenda de política exterior positiva. Por el contrario, la cooperación científica y tecnológica debería dotar de nuevos y diversos contenidos a la política exterior. En este sentido, resultaría más beneficioso establecer un vínculo mutuamente constitutivo entre “política científica y tecnológica” y “política de la ciencia y la tecnología”, para cada campo definido como prioritario y como parte constitutiva de una nueva identidad e intereses de política exterior.

BIBLIOGRAFÍA

Adler, Emanuel (1997). 'Seizing the Middle Ground: Constructivism in World Politics', *European Journal of International Relations* 3(3): 319-363.

Adler, Emanuel y Haas, Peter (1992). 'Conclusion: epistemic communities, world order, and the creation of a reflective research program', *International Organization* 46: 367-390.

ALADI (2003). La brecha digital y sus repercusiones en los países miembros de la ALADI: ALADI.

Albornoz, Mario (1996). 'La ciencia política ignora la política de la ciencia', en Mario Albornoz *et al*, ed., *Ciencia y sociedad en América Latina*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

Albornoz, Mario y Kreimer, Pablo (1999).: "Ciencia, tecnología y política en Argentina", en Joan Bellavista y Víctor Rrnobell, ed., *Ciencia, tecnología e innovación en América Latina*.,Capítulo 4, Barcelona: Univertitat de Barcelona.

Anlló, Guillermo y Peirano, Fernando (2005). *Una mirada a los sistemas nacionales de innovación en el MERCOSUR: análisis y reflexiones a partir de los casos de Argentina y Uruguay*. Buenos Aires: CEPAL.

Archibugi, Daniele, Howells, Jeremy y Michie, Jonathan (1999). 'Innovation systems and policy in a global economy', en Daniele Archibugi *et al*, ed., *Innovation policy in a global economy*. Cambridge: 1-13.

Archibugi, Daniele y Iammarino, Simona (1999). 'The policy implications of the globalization of innovation', en Daniele Archibugi *et al*, ed., *Innovation systems and policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University Press: 242-271.

----- (2002). 'The globalization of technological innovation: definition and evidence.' *Review of International Political Economy*.(9): 98-122.

- Auswärtiges-Amt (1987). *Die Bundesrepublik Deutschland und Lateinamerika*. Bonn.
- (1993). *Deutsche Lateinamerikapolitik 1993*. Bonn.
- Azpiazu, Daniel, Basualdo, Eduardo y Nochteff, Hugo (1989). *La política industrial informática en Argentina*. Buenos Aires: FLACSO.
- (1990). *Política industrial y desarrollo reciente de la informática en la Argentina*. Buenos Aires: Oficina de la CEPAL en Buenos Aires.
- Banchoff, Thomas (2002). *Globalization and the Scientific State. The case of the Federal Republic of Germany*. International Studies Association Annual Meeting, London.
- Bachrach, P. y Baratz, S.M. (1963). 'Decisions and Non-decisions: An analytical framework', *American Political Science Review* (57): 632-642.
- Barrow, Edward (1997). 'Copyright and the global information infrastructure', *STI Review*(20): 69-88.
- Baum, Gabriel (2005). *Entrevista realizada el 28 de junio*. Buenos Aires.
- Beale, Jeremy y Gosling, Louisa (1997). 'The Internet: market competition and policy considerations', *STI Review*(20): 47-67.
- Bell, Daniel (1976). 'Welcome to the post-industrial society', *Physics Today*: 46-49.
- Bell, Gerard y Callon, Michel (1994). 'Techno-Economic Networks and Science and Technology Policy', *Science Technology Industry* (14): 59-117.
- Bell, Martin (1984). 'Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries', en M. Fransman y K. King, *Technological Capability of the Third World*, 1984, Londres: Macmillan, 138-156.
- Bfai (1997). *Argentinien Ausrüstungen für die Elektrizitätswirtschaft*.
- Bibbó, Luis Mariano (2004). *Entrevista realizada el 27 de agosto de 2004*. La Plata.

Bijker, Wiebe E. (1997). *Of bicycles, bakelites and bulbs. Towards a theory of sociotechnical change*. Cambridge: MIT Press.

Bijker, Wiebe, Hughes, Thomas y Pinch, Trevor (1985). *The social construction of technological systems*: MIT Press.

BMBF (1997). *Bundesbericht Forschung 1996*. Bonn: BMBF.

BMBF, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (2000). *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1999*. Bonn: BMBF.

BMBFT (1997). *Innovationen für die Wissensgesellschaft. Förderprogramm Informationstechnik*. Bonn: BMBF.

BMFT (1992). *Informationstechnik Forschung und Entwicklung. Förderkonzept des BMFT im Rahmen des Zukunftskonzepts Informationstechnik der Bundesregierung 1993-1996*. Bonn: BMBFT.

BMWi (1996). *Info 2000. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft. Bericht der Bundesregierung*. Bonn: Bundesministerium für Wirtschaft.

----- (1997). *Info 2000. Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft. Fortschrittsbericht der Bundesregierung*. Bonn: Bundesministerium für Wirtschaft.

Boczkowski, Pablo J. (1996). 'Acerca de las relaciones entre la(s) sociología(s) de la ciencia y de la tecnología: pasos hacia una dinámica de mutuo beneficio.' *Redes* III(8): 199-227.

Booch, Grady y Maksim (2007). *Object Oriented Analysis and Design with applications*. Ed. Addison Wesley Longman.

Boscherini, Fabio - Novick, Marta- Yoguel, Gabriel (2003). 'Desarrollo de redes de conocimiento. El caso de LIFIA, Laboratorio de Investigación y Formación en Informática Avanzada de la Universidad Nacional de La Plata.' en Boscherini, Fabio *et al*, ed., *Nuevas tecnologías de información y*

- comunicación. Los límites en la economía del conocimiento.* Buenos Aires: Universidad Nacional de General Sarmiento.: 231-258.
- Bra, Gerardo (1985). *El gobierno de Onganía. Crónica.* Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Bruun, Henrik y Hukkinen, Janne (2003). 'Crossing Boudaries: An integrative framework for studying technological change.' *Social Studies of Science* 33(1): 95-116.
- Bulmahn, Edelgard (2001). ' "Deutsche Forschungslandschaft im Umbruch - wie sieht die neue Ordnung aus? "'. Conferencia de prensa en Berlin, 4 de septiemre de 2001.(http://www.innovations-report.de/html/berichte/bildung_wissenschaft/bericht-4760.html)
- Statistisches Bundesamt (1997; 2001). *Statistisches Jahrbuch 1997 ; 2001.* Wiesbaden.
- Buzan, Barry (1995). 'The Level of Analysis Problem in International Relations Reconsidered', en Ken Booth y Steve Smith, ed., *International Relations Theory Today.* Pennsylvania: The Pennsylvania State University Press.
- Buzan, Barry y Little, Richard (2000). *International Systems in World History. Remaking the Study of International Relations:* Oxford University Press.
- Callon, Michel (1992). 'The dynamics of techno-economic networks', en P. Saviotti R. Coombs, y V. Walsh, ed., *Technological change and company strategies.* Londres: Academic Press: 72-102.
- Callon, Michell (1994). 'El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico.' en Miquel Doménech y Francisco Javier Tirado, ed., *Sociología Simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad:* Gedisa: 143-170.
- (2001). 'Redes tecnoeconómicas e irreversibilidad', *Redes*(17): 85-126.

- Callon, Michell, Law, John y Rip, Arie (1986). 'How to study the force of science', en Michell Callon *et al*, ed., *Mapping the dynamics of science and technology. Sociology of Science in the Real World.*: The Macmillan Press.
- Cantwell, John (1999). 'Innovation as the principal source of growth in the global economy.' en Daniele Archibugi *et al*, ed., *Innovation systems and policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Casas, Rosalba (2001). *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. Mexico: Antrophos-UNAM.
- Castells, Manuel (1999). *La era de la Información. Economía, sociedad y cultura.*: Siglo XXI.
- CEPAL (2000). *América Latina y el Caribe en la transición hacia una sociedad del conocimiento. Documento preparado para la Reunión Regional de Tecnología de Información para el Desarrollo, Brasil 20 y 21 de junio de 2000.*: CEPAL.
- (2001). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 1999-2000*: CEPAL.
- (2002). *La inversión extranjera en América Latina y el Caribe*: CEPAL.
- Chudnovsky, Daniel, López, Andrés y Melitsko, S. (2001). *El sector de software y servicios informáticos en la Argentina. Situación actual y perspectivas de desarrollo*. Buenos Aires: CENIT.
- Coronel, Alejandro (2004). 'Entrevista realizada el 12 de mayo de 2004'.
- Cox, Robert W. (1986). 'Social Forces, States and World Orders: Beyond International Relations Theory', en Robert Keohane, ed., *Neorealism and its Critics*. New York: Columbia University Press: 204-254.
- (1987). *Production, power and world order. Social forces in the making of history.*: Columbia University Press.
- Cristaldi, Anabella (2004). *Entrevista realizada el 27 de agosto de 2004*.

Dagnino, Renato y Thomas, Hernán (1996). 'Política científica y tecnológica. Introducción', en Mario Albornoz *et al*, ed., *Ciencia y sociedad en América Latina*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Quilmes.

----- (1999). 'La política científica y tecnológica en América Latina: nuevos escenarios y el papel de la comunidad de investigación.' *REDES* 6(13).

Del Bello, Juan Carlos (2000). 'Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina', en SECyT, ed., *Seminario Internacional. Políticas para fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: la experiencia internacional y el camino emprendido por la Argentina*. Buenos Aires: SECyT.

Dornbusch, Rudiger, Wolf, Holger y Alexander, Lewis (1992). 'Economic transition in Eastern Germany', *Brookings Papers on Economic Activity*(1): 235-272.

Dosi, Giovanni (1988). 'The nature of the innovative process', en Freeman, Dosi, Nelson, Silverberg y Soete, eds., *Technological change and economic theory*. Londres: Pinter.

----- (1999). 'Some notes on national systems of innovation and production, and their implications for economic analysis', en Daniele Archibugi *et al*, ed., *Innovation policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University Press: 35-48.

----- (2003). 'Paradigmas tecnológicos y trayectorias tecnológicas. La dirección y los determinantes del cambio tecnológico y la transformación de la economía.' en Francois Chesnais y Julio Neffa, ed., *Ciencia, Tecnología y Crecimiento Económico*. Buenos Aires: CEIL-PIETTE.

Elzen, Boelie, Enserink, Bert y Smit, Wim A. (1996). 'Socio-Technical Networks: How a technology studies approach may help to solve problems related to technical change.' *Social Studies of Science* 26(1): 95-141.

Elzinaga, Aant y Jamison, Andrew (1995). 'Changing policy agendas in Science and Technology', en Sheila Jasanoff *et al*, ed., *Handbook of Science and Technology Studies*. London: SAGE Publications.

Embajada de Alemania (2004). Intercambio comercial Argentina-Alemania.

Erbes, Analía, Robert, Verónica y Yoguel, Gabriel (2006). 'El sendero evolutivo y potencialidades del sector software en Argentina', en José Borello *et al*, ed., *La informática en Argentina. Desafíos a la especialización y a la competitividad*. Buenos Aires: Prometeo y Universidad Nacional General Sarmiento.

Erl, Thomas (2005). *Service-Oriented Architecture: Concepts, Technology, and Design*: Prentice Hall PTR.

Escudé, Carlos (1992). *Realismo periférico. Fundamentos para la nueva política exterior argentina*. Buenos Aires: Planeta.

Escudé, Carlos y Cisneros, Andrés (2000). *Historia general de las relaciones exteriores de la República Argentina. Parte III: Las relaciones de la Argentina subordinada, 1943-1989*: Grupo Editor Latinoamericano.

Esser, Klaus (1985). 'Stabilization and Restructuring in Argentina. Implications for Economic Cooperation with the Federal Republic of Germany.' en Klaus Esser y Guido Ashoff, ed., *Argentina - Economic Cooperation with the Federal Republic of Germany and the European Community*. Berlin: Deutsches Institut für Entwicklung (DIE).

Fernández, Alejandro (2005). *Entrevista realizada el 12 de agosto*, La Plata, Buenos Aires.

----- (2006) *Entrevista realizada 25 de marzo*. La Plata, Buenos Aires.

Fraga, Rosendo (2002). *La política exterior Argentina. A través de los mensajes presidenciales al Congreso. 1854-2001*. Buenos Aires: CARI.

Freeman, Christopher y Perez, Carlota (1988). 'Structural crises of adjustment, business cycles and investment behavior.' en Giovanni Dosi *et*

- al, ed., *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter Publishers: 38-66.
- G-7 (1995). Conclusions of G7 Summit "Information Society Conference" . Chair's Conclusions. Bruselas: G7.
- G-8 (1995). The G 8 Global Information Society Pilot Projects. Final Report: G-8.
- GACTEC (1997). Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología 1998-2000. Buenos Aires: Gabinete Científico y Tecnológico - Presidencia de la Nación.
- Gibbons, Michael; Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott, & Martin Trow (1994). *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage
- Gilpin, Robert (2001). *Global Political Economy. Understanding the international economic order*: Princeton University Press.
- Gonzalez Maciel, Ramiro (2007). *Entrevista realizada el 8 de marzo*.
- Greiff, W. R. (1994.). 'Paradigma vs Metodología; El Caso de la POO (Parte II).' *Soluciones Avanzadas*. Enero-Febrero: 31-39.
- Haas, Peter (1992). 'Introduction: epistemic communities and international policy coordination', *International Organization* 46: 1-35.
- Herrera, Amilcar (1995). 'Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita.' *Redes* 2(5): 117-131.
- Herrera, Geoffrey L. (2003). 'Technology and International Systems', *Millennium: Journal of International Studies* 32(3): 559-593.
- Herzong, Roman (2002). *Internet und politik in Lateinamerika. Argetinien*. Frankfurt am Main: Vervuert.
- Hilbert, Martin y Katz, Jorge (2003). *Building an Information Society. A Latin American and Caribbean Perspective*. Santiago, Chile: CEPAL.

- Hoff, Benjamin y Sitte, Petra (2001). *Politik wechsel in der Wissenschaftspolitik?* Berlin: Karl Dietz Verlag Berlin.
- Hohn, Hans-Willy y Schimank, Uwe (1990). *Konflikte und Gleichgewichte im Forschungssystem. Akteurkonstellationen und Entwicklungspfade in der staatlich finnazierten ausseruniversitären Forschung.* Frankfurt: Campus Verlag.
- Howarth, David (2000). *Discourse:* Open University Press.
- Hughes, Thomas (1994). 'El impulso tecnológico', en Merritt Roe Smith y Leo Marx, ed., *Historia y determinismo tecnológico.*: Alianza Editorial: 117-130.
- Hughes, Thomas P (1987). 'The Evolution of Large Technological Systems', en Wiebe Bijker *et al*, ed., *The Social Construction of Technological Systems:* MIT Press: 51-82.
- INDEC, SECyT y CEPAL (2003). *Segunda encuesta nacional de innovación y conducta tecnológica de las empresas argentinas. 1998-2001.* Buenos Aires: INDEC.
- ISI, IESE y GfK (2000). *Analyse und Evaluation der Softwareentwicklung in Deutschland.* Reporte encomendado por el BMBF.
- Jager, Sigfried (2003). 'Discurso y conocimiento: aspectos teóricos y metodológicos de la crítica del discurso y del análisis de dispositivos', en Ruth Wodak y Michael Meyer, ed., *Métodos de Análisis Crítico del Discurso.* Barcelona: Gedisa: 61-100.
- Jähnichen, Stephan (2006). *Entrevista realizada el 22 de enero.*
- Kashlev, Iu (2003) 'International Relations and IT Revolution', *International Affairs:* 149-159.
- Katz, Claudio (1998). 'Determinismo tecnológico y determinismo histórico-social.' *Redes* V(11): 37-52.
- Katz, Jorge (2000). "La política tecnológica en economías abiertas. La experiencia latinoamericana dentro y más allá del Consenso de

Washington", en *Políticas para fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación: la experiencia internacional y el camino emprendido por la Argentina*, Buenos Aires, Argentina: SETCIP.

----- (2001). 'El nuevo modelo económico Latinoamericano: Aspectos de eficiencia y equidad que cuestionan su sustentabilidad', en DIE, ed., *Wettbewerbsfähiges Lateinamerika*. Bonn: DIE.

----- (2001). *Structural Reforms, productivity and technological Change in Latin America.*: CEPAL.

Keohane, Robert (1984). *Después de la hegemonía. Cooperación y discordia en la política económica mundial*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.

Keohane, Robert y Nye, Joseph (1977). *Power and interdependence: World Politics in Transition*. Boston: Little Brown.

----- (1998). 'Power and Interdependence in the Information Age', *Foreign Affairs* 77(5).

Kim, Sangbae y Hart, Jeffrey (2002). 'The Global Political Economy of Wintelism: a new mode of power and governance in the global computer industry', en James Rosenau y J.P. Singh, ed., *Information Technologies and Global Politics. The Changing Scope of Power and Governance*. Nueva York: State University of New York Press: 143-168.

Kitson, Michael y Michie, Jonathan (1999). 'The political economy of globalisation', en Daniele Archibugi *et al*, ed., *Innovation policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University Press.

Klodt, Henning (1996). *The german innovation system: conceptions, institutions and economic efficiency*". Kiel: Kiel Institute of World Economics.

Latour, Bruno (1995). 'Dadme un laboratorio y moveré el mundo', en Juan Manuel Iranzo *et al*, ed., *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

.

- Legler, Harald, Licht, Georg y Spilekamp, Alfred (2000). *Germany's Technological Performance*. Heidelberg: Physica Verlag.
- Lehrer, Mark (2000). 'From factor of production to autonomus industry: the transformation of Germany's software sector', *Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung* 69(4): 587-600.
- LIFIA y FH-Konstanz (1999). *Designing Object-Oriented Frameworks in Distributed Application Domains*. Proyecto presentado a la SECyT y BMBF.
- Lifia y FH- Konstanz (2001). *Application for Project Support: "Modeling and Representing Processes as Componentes in Web Applications"*. Proyecto presentado a la SECyT y BMBF.
- López, Andrés (2003). 'El sector software y servicios informáticos en la Argentina: ¿es posible una inserción exportadora sostenible?' en Fabio Boscherini *et al*, ed., *Nuevas Tecnologías de Información y Comunicación. Los límites de la economía del conocimiento*: Universidad Nacional General Sarmiento.
- (2003). *Estudio de Competitividad Sistémica. Componente B: La Sociedad de la Información, Servicios Informáticos, Servicios de alto valor agregado y Software. Componentes Macroeconómicos, Sectoriales y microeconómicos para una estrategia nacional de Desarrollo. Lineamientos para fortalecer las fuentes de crecimiento económico*. Buenos Aires: CEPAL.
- Lundvall, Bengt-Ake (1992). *National Systems of Innovation. Towards a theory of innovation an interactive learning.*: Pinter.
- (1999). 'Technology policy in the learning economy', en Daniele Archibugi *et al*, ed., *Innovation policy in a global economy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marin, Antonio Lucas (2000). *La Nueva Sociedad de la Informacion. Una perspectiva desde Silicon Valley*. Madrid: Editorial Trotta.

Mariscotti, Mario (1985). *El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la energía nuclear en la Argentina*. Buenos Aires: Sudamericana-Planeta.

Milner, Helen (2003). *The global Spread of Internet: The Role of International Diffusion Pressures in Technology Adoption*. Paper presentado en la segunda Conferencia “Interdependence, Diffusion and Sovereignty”, UCLA.

Montúfar, César (2001). 'Hacia un nuevo marco interpretativo de la asistencia internacional al desarrollo.' en José María Gómez, ed., *América Latina y el (des)orden global neoliberal. Hegemonía, contrahegemonía, perspectivas*. Buenos Aires: CLACSO: 345-258.

Morgenthau, Hans (1962). 'A political theory of foreign aid', *The American Political Science Review*. 56 (2): 301-309.

Moses, Von Carl (1995). *Argentinien zur Jahresmitte 1995*. Köln: Bundesstelle für Aussenhandelsinformation (bfai).

Nun, José (1995). 'Argentina: El estado y las actividades científicas y tecnológicas', *Redes* 2(3): 59-97.

OECD (1996). *The knowledge-based economy*. Paris: OECD.

----- (1996). *Science, technology and industry outlook 1996*. Paris: OECD.

----- (1996). *Special Session on Information Infrastructures. "Towards realisation of the Information Society", 3-4 April 1995, OECD, PARIS*. Paris: OECD.

----- (1997). *Information Technology Outlook*: OECD.

----- (2000). *Information Technology Outlook*: OECD.

----- (2002). *OECD Information Technology Outlook. ICTs and the information economy*.

OECD, Committee for Information, Computer and Communications Policy. (1996). *OECD Workshops on the Economics of Information Societies. Report on the Istanbul Workshop*. Paris: OECD.

- OECD, Directorate of Science, Technology and Industry (1997). *Science, Technology and Industry N° 20*.
- OECD -Directorate of Science, Technology and Industry (1995). *Science Technology and Industry*.: OECD.
- OMC (2007) World Trade Report
- Oteiza, Enrique (Dir.) (1992). *La política de investigación científica y tecnológica argentina. Historia y perspectivas*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina, Bs.As
- Parthier, Benno (1994). 'Problemfelder in der Zusammengeführten deutschen Wissenschaftslandschaft', en Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften, ed., *Reunión del 12 de enero de 1994 en Düsseldorf*: Westdeutscher Verlag. Vorträge 405.
- Pavitt, Keith (1984). 'Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory', *Research Policy* 13.
- Poder Ejecutivo Nacional (1997). *Decreto 1113/97*.
- (1998). Decreto 1018.
- (2000). Decreto 252.
- Pombo, Karina (2005). *Entrevista realizada el 5 de diciembre*.
- Pinch, Trevor (1997). 'La construcción social de la tecnología: una revolución.' en Maria Josefina Santos y Rodrigo Díaz, ed., *Innovación tecnológica y procesos culturales. Nuevas perspectivas teóricas*. Mexico: Fondo de Cultura Económica.
- PNUD (1998). Human Development Report 1998. New York: UNDP.
- (1999). Human Development Report 1999. New York: PNUD.
- (2000). Human Development Report 2000. New York: PNUD.
- (2001). Human Development Report 2001. New York: PNUD.

- Rat für Forschung, Technologie und Innovation (1995). Informationsgesellschaft. Chancen, Innovationen und Herausforderungen. Feststellungen und Empfehlungen. Bonn: BMBF.
- Reger, Guido y Kuhlmann, Stefan (1995). *European Technology Policy in Germany. The impact of European Community Policies upon Science and Technology in Germany*. Karlsruhe: Physca Verlag.
- Rosenau, James y Singh, J.P. (2002). *Information technologies and global politics. The changing scope of power and governance.*: State University of New York Press.
- Rossi, Gustavo (1996). An Object Oriented Method for Designing Hipermedia Applications. Departamento de Informática. Rio de Janeiro: PUC.
- Rossi, Gustavo (2004). *Entrevista realizada el 29 de marzo*. La Plata, Buenos Aires.
- (2007). *Intercambio de mails realizado entre el 16 de febrero y el 5 de marzo*. Buenos Aires.
- Ruggie, John G. (1975). 'International responses to technology: Concepts and trends', *International Organization* 29: 557-583.
- (1998). 'What makes the world hang together? Neo-utilitarianism and the social constructivist challenge', *International Organization* 52(4).
- Russell, Roberto (1989). 'La posición argentina frente al desarme, la no proliferación y el uso pacífico de la energía nuclear', en *Desarme y Desarrollo*. Buenos Aires: GEL: 53-82.
- (1995). 'Los ejes estructurantes de la política exterior argentina', *Propuestas democráticas para la sociedad y el estado del Paraguay del siglo XXI*. 2(45): 103-132.
- (1996). *Sistemas de creencias y política exterior argentina 1976-1989*. Buenos Aires: FLACSO.

----- (1997). 'La política exterior argentina entre dos ruedas maestras', en Alberto Van Klaveren, ed., *América Latina en el mundo. Anuario de políticas externas latinoamericanas y del Caribe*. Santiago de Chile: Editorial Los Andes: 156-186.

Russell, Roberto (comp.) (1990). *Política exterior y toma de decisiones en América Latina*. Buenos Aires: GEL.

Russell, Roberto (comp.) (1992). *Enfoques teóricos y metodológicos para el estudio de la política exterior*. Buenos Aires: GEL.

SADIO (2003). *Newsletter Número 8*. Buenos Aires: SADIO.

Schaumann, Fritz (1997). *Palabras de apertura del ministro de educación, ciencia, investigación y tecnología*. Perspektiven des Wissenschaftssystems zwischen wissenschaftspolitischem Aufbruch und finanziellen Restriktionen, Bonn, 31 de octubre: Hochschul Rektoren Konferenz.

Schmid, Hans (1999). *Informe anual 1999. Formulario de la Oficina Internacional del BMBF*.

----- (2003). *Informe anual 2002. Formulario de la Oficina Internacional del BMBF*.

----- (2005). *Entrevista realizada el 6 de abril de 2005*, Konstanz.

Schmid, Hans A. (1999). 'Business Entity Components and Business Process Components', *JOOP* 12(6).

Schmid, Hans A., Cristaldi, Anabella y Jacobson, Guillermo (2001). *A Business Process Component Framework*. OOIS, Canadá.

Schmid, Hans A., Falkenstein, Florian y Rossi, Gustavo (2001). *Componente for the Reuse of Activities in Web Applications*. Object Oriented Information Systems -OOIS-.

Schmid, Hans y Simonazzi, Fernando (1998). *Business Procedures are not Represented Adequately in Business Applications and Frameworks!* OOPSLA.

- Schrafstetter, Susanna (2004). 'The Long Shadow of the Past: History, Memory and the Debate over West Germany's Nuclear Status, 1954-69', *History & Memory* 16(1): 118-145.
- Schwabe, Daniel y Rossi, Gustavo (1998). 'An Object Oriented Approach to Web-Based Application Design', *Theory and Practice of Object Systems* 4(4).
- SECyT (1999). *Plan Plurianual de Ciencia y Tecnología 1999-2000. Informe de la Comisión de Ciencias Exactas y Naturales (no biológicas)*. Buenos Aires: SECyT.
- SECyT y BMBF (1997). Acta final de la reunión de la comisión mixta de cooperación científica y tecnológica entre la República Argentina y la República Federal de Alemania. Buenos Aires.
- Siebert, Horst (2005). *The german economy. Beyond the social market*. New Jersey: Princeton University Press.
- Soares de Lima, Maria Regina (1992). 'Enfoques analíticos de política exterior: el caso brasileño', en Roberto Russell, ed., *Enfoques teóricos y metodológicos para el estudio de la política exterior*. Buenos Aires: GEL: 53-83.
- Sociedad Argentina de Informática de Investigación Operativa (10 de diciembre de 2003). 'Newsletter Número 8'.
- Stamm, Andreas , Kasumovic, Aida , Krämer, Frank , Lenze, Oliver , Olk, Christian y Langner, Carmen (2000). *Ansatzpunkte für nachholende Technologieentwicklung in den fortgeschrittenen Ländern Lateinamerikas: das Beispiel der Softwareindustrie von Argentinien*. Bonn: DIE.
- Stanley, Ruth (1999). *Rüstungsmodernisierung durch Wissenschaftsmigration?* Frankfurt am Main: Vervuert.
- Strange, Susan (1988). *States and Markets. An Introduction to International Political Economy*. Londres: Pinter.
- (2003). *La retirada del Estado. La difusión del poder en la economía mundial*. Barcelona: Intermón Oxfam.

- Strover, Sharon (2003). 'Remapping the digital divide', *The Information Society*, 19.
- Tansu, Okan (2003). 'September 11: Early Thoughts on the Imbrication of Security, ICT, and International Relations', *Perspectives on global Development and Technology* 2(1): 77-93.
- Tesoriero, Ricardo (2004). *Entrevista realizada el 27 de agosto*. La Plata, Buenos Aires.
- Thomas, Hernán (1999). Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995) Abertura comercial, crise sistêmica e rearticulação. Departamento de Política Científica e Tecnológica. Campinas: Unicamp.
- Thomas, Hernán, Lalouf, Alberto y Versino, Mariana S. (2005). *Trayectorias socio-técnicas, estilos de innovación y cambio tecnológico, resignificación de tecnologías y conocimientos genéricos en países subdesarrollados*. VI Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ESOCITE).
- Van Dijk, Jan y Hacker, Kenneth (2003). 'The digital divide as a complex dynamic phenomenon', *The Information Society* 19: 315-316.
- Vessuri, Hebe, Díaz, Elena y Yolanda, Texera (1983). *La ciencia periférica*. Caracas: Monte Avila Editores.
- Wade, Robert Hunter (2002). 'Bridging the Digital Divide. A route to development or a new form of dependency?' *Global Governance* 8: 443-466
- Waltz, Kenneth W. (1988). *Teoría de la Política Internacional*. Buenos Aires: Grupo Editor Latinoamericano.
- Weldes, Jutta (1996). 'Constructing National Interests', *European Journal of International Relations*. 2(3): 275-318.
- Wendt, Alexander (1995). 'Constructing International Politics', *International Security* 20(1): 71-81.
- Williams, Robin y Edge, David (1996). 'The social shaping of technology', *Research Policy* 25: 865-899.

Wodak, Ruth (2003). 'De qué trata el análisis crítico del discurso (ACD). Resumen de su historia, sus conceptos fundamentales y sus desarrollo', en Wodak, Ruth y Michael Meyer, eds., *Métodos de Análisis Crítico del Discurso*. Barcelona: Gedisa.

Xavier, Patrick (1997). 'Universal service and public access in the information society', *STI Review*(20): 121-155.

Youmans, Bryan (1997). *Java: Cornerstone of the Global Network Enterprise?*: Virginia Tech. 2005.

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung y Wissenschaft., Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche (2000). Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1999: BMBF.

Zimmermann, Cristóbal (2003). *Entrevista realizada el 21 de septiembre*.