

que de rivalidad, en la relación bilateral» (Castro Madero y Takacs, 1991 : 233).

Por otra parte, se puede observar cómo aparecen algunos elementos, aunque mínimos, en lo que se refiere a la institucionalización de la cooperación entre Argentina y Brasil, tales como: el interés por desarrollar investigaciones en forma conjunta para la posterior difusión de los conocimientos.<sup>79</sup> Se había iniciado el prólogo del proceso de cooperación.

<sup>79</sup> Ver artículos 4 a 29 del Tratado de EURATOM y Artículo III del Acuerdo de cooperación entre el gobierno de la República Argentina y el gobierno de la República Federativa del Brasil para el desarrollo y la aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear.

## Capítulo 6

### Los programas nacionales

En el presente capítulo me concentraré en el estudio de los programas nucleares argentino y brasileño. En él analizaré sus principales características y sus efectos en el éxito de la integración de ambos países sudamericanos en el sector. En este contexto, se estudiará la intervención del Estado dentro del sector. Así se podrá observar como más allá de algunos matices, la participación de estos en el desarrollo de la energía nuclear en ambos casos fue relativamente pareja. Fue esta homogeneidad, en cuanto el perfil intervencionista del Estado, uno de los principales factores que funcionó como incentivo para que el proceso de integración se produjera de manera armónica. Esto diferencia al caso sudamericano del europeo, debido a que en el segundo la participación del Estado en el desarrollo de átomo varió considerablemente de un país a otro, cosa que se percibió en la lógica del intervencionismo estatal francés que chocó con la del librecambismo alemán.

La cooperación en el sector de la energía nuclear entre Argentina y Brasil comenzó más de dos décadas des-

pués del inicio de los respectivos programas nacionales,<sup>80</sup> los que ya estaban en una etapa de madurez.<sup>81</sup> Esto los diferenció del caso europeo donde EURATOM fue constituida pocos años después del inicio de los programas de los Estados miembros.

A comienzos de la década del 1980 Argentina y Brasil eran los países de América Latina más adelantados en tecnología nuclear, figurando entre los países en desarrollo que más habían avanzado en ese terreno. Centrales de generación de energía eléctrica estaban funcionando, existía una industria nuclear con un respetable grado de desarrollo, se estaba trabajando esforzadamente en la investigación de los procesos más sofisticados de la energía nuclear, que llevaron a que primero en la Argentina y luego en Brasil, se lograra el dominio completo del ciclo de combustible con el desarrollo de los métodos de enriquecimiento de uranio (Carasales, 1994 : 33).

Pero esta no fue la única diferencia significativa, además de la madurez de los programas, el caso del Cono Sur se caracterizaba por una alta paridad en cuanto al desarrollo relativo de cada uno de éstos. Ésta situación contrastaba claramente con el caso europeo donde la diferen-

<sup>80</sup> Tanto el programa argentino como el brasileño comenzaron en la década del cincuenta, jugando un papel fundamental en ambos, al igual que en los casos europeos, la percepción del átomo como «la tecnología del futuro» estimulada además por el programa «Átomos para la Paz».

<sup>81</sup> Se puede hablar de madurez debido a que ambos países habían alcanzado el ciclo nuclear completo.

cia entre los programas nucleares franceses con respecto al resto de los países, en el momento de construcción de la Comunidad, era significativa. Incluso, como ya fue mencionado con anterioridad, el presupuesto de los programas galos era seis veces mayor que el del resto de los países de la CECA sumados (Goldschmidt, 1982 : 291), cosa que no ocurría en el caso de Argentina y Brasil. Para el momento del inicio de la integración el desarrollo de ambos países era similar, aunque no idéntico, y ambos encontraban crecientes problemas de financiamiento para la actividad (Carasales, 1997 : 28).

### **El desarrollo nuclear argentino**

Argentina es uno de los pocos países en desarrollo que ha alcanzado un considerable grado de avance<sup>82</sup> en el sector nuclear. Ello se debió esencialmente al resultado del trabajo de cinco décadas de esfuerzo coherente y sostenido, apoyado por importantes partidas presupuestarias (Cari, 1999).

Por supuesto, esto no solo se logró exclusivamente como fruto de trabajos nacionales sino de adelantos técnicos provenientes del exterior. Pero el caso argentino no fue el típico de la mayoría de los Estados en desarrollo que suelen solicitar la ayuda extranjera «llave en mano», sino que lo hizo dándole participación a la industria nacional y permitiendo que los científicos y técnicos argentinos colaboraran activamente con el éxito del proceso. El resultado fue una industria nuclear local no solo relativamente avan-

<sup>82</sup> Aunque en la opinión de algunos conocedores del tema, como el caso de Solingen (1996), el éxito de los programas muchas veces fue exagerado.

zada sino, además, con características propias de particular relevancia para Estados no plenamente industrializados (Carasales, 1998 : 13, 14), aunque sería exagerado plantearla como totalmente independiente del exterior (Solingen, 1996 : 187).

Para definir el desarrollo posterior de la industria nuclear Argentina tomaré el esquema de etapas propuesto por Casarales (1996) quien lo divide en cinco distintos momentos. La primera etapa se caracterizó por la construcción de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), e implica la evolución orgánica de la energía nuclear en el país. Para dicho proceso se procuró reunir, dada la poca experiencia en el campo nuclear de los científicos en el país, a investigadores de distintas disciplinas relacionadas con el tema, constituyéndose grupos de trabajo integrados por jóvenes profesionales que recién iniciaban su aprendizaje (Cari, 1999). Ésta etapa coincidió, al igual que en la mayoría de los casos europeos, con el levantamiento del secreto de gran parte de la información necesaria para el dominio de la tecnología nuclear, producto del programa Átomos para la Paz, que permitió el envío de profesionales argentinos a formarse a los centros más renombrados de los Estados Unidos, Europa y Canadá (Castro Madero y Takacs, 1991 : 52).

La flamante CNEA monopolizaría el desarrollo nuclear durante décadas, de modo similar a lo ocurrido con la CEA en el caso francés. Ésta se constituyó como un organismo centralizador, promotor y realizador del proceso que llevó a Argentina a estar en la vanguardia entre los países en desarrollo, en lo que se refiere a la explotación pacífica de éste tipo de energía

(Carasales, 1997 : 10). Más allá de un mal comienzo, producto de la aceptación por parte de Juan Perón de los irrealizables proyectos del austriaco Ronald Richter,<sup>83</sup> entre 1950 y 1952, la fundación de la CNEA le brindó al Estado argentino un sólido marco institucional y las primeras instalaciones dedicadas a la investigación en éste terreno, desde donde comenzó a lanzar su naciente industria nuclear (Carasales, 1997 : 10). Una vez suspendidos los programas de Richter la actividad nuclear conducida por la CNEA tomó un camino sensato y profesional consiguiendo importantes avances, que despertarían la desconfianza de más de un país del mundo.

Esta etapa del desarrollo transcurrió hasta finales de la década del cincuenta, coincidiendo con el período de apogeo de la energía nuclear en el mundo, y se caracterizó por la explotación de yacimientos de uranio, además de la formación de recursos humanos tras la punta de lanza liderada por el Instituto Balseiro (1955) y el primer curso dictado en la Carrera de Física de la Universidad Nacional de Cuyo. Así, se llegó a construir un acelerador de 1MWe (1953), un sincrociclotrón de 28MWe y el primer reactor experi-

<sup>83</sup> Ronald Richter, científico austriaco refugiado de la Segunda Guerra Mundial, convenció a Perón de desarrollar un programa nuclear, mediante el que planteaba alcanzar una reacción de fusión controlada, que estaría en condiciones de poner a Argentina en un lugar privilegiado del concierto internacional. Para ello logró recursos casi irrestrictos por parte del Estado nacional. Después de realizar espectaculares anuncios, que generaron el interés de la comunidad científica internacional por su magnitud, que jamás se cumplieron, sus planes fueron ganando desconfianza hasta ser cancelados «sin que se conociera» si el fracaso de los programas nucleares se debió a mala fe por parte de Richter o falta de seriedad científica.

mental del país, el Argonaut (1958) de diseño norteamericano y con una potencia de 1MWe.<sup>84</sup>

La segunda etapa se caracterizó por el desarrollo de la aplicación de radioisótopos<sup>85</sup> para lo que se construyó un reactor de irradiación y experimentación de 5MW. También se construyeron las primeras plantas de concentración de mineral uranio en Mendoza y Salta. Ésta etapa se caracterizó por la aplicación de radioisótopos en la industria y las experiencias de conservación de alimentos, terminándose la construcción de laboratorios para éstos fines. Finalmente, se realizaron los estudios de impacto y factibilidad para la instalación de una central de potencia en la zona del Gran Buenos Aires – Litoral (Cari, 1999). Es resaltable, que el estudio fuera realizado íntegramente por profesionales argentinos, que aconsejaron la instalación de una planta que contase con una potencia de entre 350 y 500 MWe, que sería conectada al sistema eléctrico del Litoral y Gran Buenos Aires.

La tercera etapa (1968) se caracterizó por la construcción de la primera central comercial argentina Atucha I, adquirida de la firma alemana Siemens y ubicada a unos 100 kilómetros de la ciudad de Buenos Aires. Con una potencia de 340MWe entró en servicio en 1974. Ya desde este momento se optó por la tecnología de uranio natural

<sup>84</sup> Si bien el reactor era de origen norteamericano (se adquirió «llave en mano») fue construido por profesionales argentinos lo que marcó una actitud respecto al futuro.

<sup>85</sup> Se intensificó la producción de radioisótopos en aplicaciones como medicina, ciencia, industria y agricultura.

como combustible y agua pesada como moderador, aprovechando las grandes reservas de uranio, fácilmente extraíble, con que cuenta el país dentro de sus fronteras; cosa que le garantizaría al programa nacional un alto grado de independencia respecto al abastecimiento de combustible norteamericano<sup>86</sup> y materiales provenientes de otros países desarrollados.

Frente a esto cabe destacar, que toda la actividad nuclear argentina fue promovida, financiada y, en una importante proporción, ejecutada por el Estado; y estuvo siempre marcada por dos principios rectores: la independencia y el nacionalismo. Nunca hubo una cerrada oposición a la cooperación técnica con el exterior, pero el Estado argentino no estaba dispuesto a pagar el «precio de lo que podía significar la limitación de su libertad de elección», o lo que llamaba el «sometimiento al colonialismo tecnológico». Incluso, en muchos casos donde, tras el argumento de la no proliferación las potencias del sector intentaban imponer sus tecnologías, la CNEA desarrolló las propias aun con considerables esfuerzos en lo que se refiere a los costos. Pero, en el ámbito nuclear, esta sustitución permitió avances que no se hubiesen logrado de otro modo (Carasales, 1996 : 16, 17).

Ese mismo año comenzaron los trabajos para la construcción de la central de Embalse en la provincia de Córdoba. Con 600MWe de potencia y con un reactor de tipo

<sup>86</sup> A pesar de que se había liberado el secreto para muchos sectores de la tecnología, esto no había ocurrido con la correspondiente al enriquecimiento de uranio que continuaba bajo estricto secreto de las potencias que contaban con ella.

CANDU, fue adquirida al consorcio italo-canadiense<sup>107</sup> AECL-Italimpianti bajo muy estrictas condiciones de transparencia y seguridad, debido a la explosión nuclear realizada por la India. Paralelamente, fueron construidas una planta de purificación de concentrado de uranio en Córdoba y una planta experimental de reprocesamiento de elementos combustibles irradiados en Ezeiza.

Como era natural, los primeros esfuerzos se dirigieron hacia la satisfacción de las necesidades locales. Pero, rápidamente, incluso ya desde la década del cincuenta, se veía que los logros obtenidos eran de interés para otros países en vías de desarrollo principalmente en América Latina aunque, también, comenzaron a exportarse algunos equipos a países del primer mundo, (Carasales, 1998 : 15). Así en 1977, se cerró el primer contrato de transferencia de tecnología de magnitud a través de la construcción de un centro nuclear en Perú<sup>88</sup> (Radicella, 1998 : 111).

<sup>87</sup> Es importante resaltar que el acuerdo con Canadá implicaba, además de la aceptación del personal argentino en los laboratorios de investigación, su visita a las oficinas de ingeniería y a las centrales nucleares en construcción de este país.

<sup>88</sup> El gobierno peruano decidió adjudicarle la construcción a la CNEA que competía con prestigiosas empresas de Gran Bretaña, España y Francia. Esta decisión produjo un fuerte impacto en la comunidad nuclear internacional que no esperaba que Argentina estuviera en condiciones de exportar tecnología propia de países desarrollados (Castro Madero y Takacs, 1991 : 320).

El cuarto período coincidió con el pico de la actividad nuclear en el país y estuvo marcado por dos hechos fundamentales. El primero fue el inicio de la construcción de la tercera central eléctrica del país por la KWU, Atucha II (745MWe), hasta hoy no finalizada; también de uranio natural y agua pesada, convirtiéndose en el primer proyecto de una central nuclear en el país que se diferencia del esquema de contratación «llave en mano» (Cari, 1999). El período se iniciaba con un importante aumento en cuanto a los recursos presupuestarios, ya que la CNEA había pasado de recibir el 0.6% de la inversión pública en 1970, al 6.2% en 1980 (de Oliveira, 1998 : 11).

En 1982, se comenzaron a fabricar elementos combustibles para los reactores de generación de energía eléctrica y se inició la construcción de una planta de producción de agua pesada, para la que se firmó un contrato con la suiza *Sulzer Brothers* en 1980 y una fábrica de producción de vainas de zircaroy. Pero el punto más alto fue alcanzado en 1983 cuando se logró enriquecer uranio en una planta de separación isotópica por difusión gaseosa ubicada en la localidad de Pilcaniyeu, cuya construcción había comenzado en 1978, cosa que permitió alcanzar el dominio del ciclo de combustible nuclear. Ese mismo año se inauguró la planta de Embalse, que convirtió a Argentina en la segunda potencia nuclear del tercer mundo, apenas superada por la India (de Oliveira, 1998 : 9). Sumado a esto, hacia fines de 1983, Argentina contaba con suficientes reservas de uranio concentrado como para hacer funcionar todas sus centrales durante sus años de vida útil, logrando alcanzar una importante autonomía en el sector (Adler, 1987 : 71).

El período posterior se caracteriza por una etapa de estancamiento de la actividad nuclear que se centra, fundamentalmente, en que ésta deja de ser una política prioritaria de un Estado, que pasa por una severa crisis fiscal, y cuenta con una escasa cantidad de recursos (Castro Madero y Takacs, 1991 : 24). Incluso, la propia CNEA fue reformada y dividida durante la gestión de Menem en el Ente Nacional Regulador Independiente, entidad operadora de las centrales nucleoelectricas, y la propia CNEA, reducida con un remanente de sus competencias originales.

### El importante papel jugado por la CNEA

La CNEA fue el principal argumento para el desarrollo sostenido y coherente de un industria nuclear argentina. Pero, ¿cuáles fueron los atributos que hicieron que esta pudiera liderarlo durante tantos años? Como organismo eminentemente técnico logró mantenerse al margen de la inestabilidad política, principalmente de la lucha entre el peronismo y antiperonismo, y entre civiles y militares, que marcó al país desde la década del cincuenta. Además, mientras gobiernos civiles y militares se alternaban generando cambios similares en todos los organismos del Estado,<sup>89</sup> la Comisión tuvo solo tres presidentes.

<sup>89</sup> Entre el período 1950-1995 hubo en Argentina nueve presidentes civiles (Juan Perón, Frondizzi, Illia, Cámpora, Lastiri, Juan Perón, Isabel Perón, Alfonsín y Menem, nueve militares (Lonardi, Aramburu, Onganía, Levingstone, Lanuse, Videla, Viola, Galtieri y Brignone) y uno civil, que llegó al poder impuesto por un golpe militar como el caso de Guido.

De este modo, se puede decir que el área nuclear es una de las contadas excepciones, incluso tal vez la única, de continuidad y coherencia política en la Argentina. Esta línea de continuidad se articulaba en torno a los siguientes objetivos básicos:

- Uso pacífico de la energía nuclear.
- Necesidad de lograr la autosuficiencia en el sector (dominar el ciclo nuclear completo).
- Promoción de acuerdos pacíficos de cooperación nuclear con otros países, especialmente latinoamericanos (Bocco, 1989 : 14).

Esto se debió principalmente a que siempre fue observada como un nicho de excelencia y eficiencia, tanto por los observadores nacionales como internacionales.

En los últimos años, y principalmente después del accidente de *Chernobyl*, comenzó a surgir una mayor oposición por parte de grupos ecologistas y empezó a cambiar la visión de la mayor parte de la opinión pública, hasta entonces favorable al desarrollo nuclear (Wrobel y Redick). Pues, el único detractor importante con que contó, hasta entonces, el desarrollo de la energía nuclear a nivel nacional fue el lobby hidroeléctrico.

Cabe remarcar que la CNEA estuvo siempre directamente bajo el control de la Presidencia de la Nación, pero en ningún momento esta interfirió en la autonomía de los planes de la agencia. Además, tampoco contó con un competidor tanto en el sector público como privado, lo que facilitó mucho su tarea, más allá de contar históricamente con una cantidad relativamente alta de recursos para su funcionamiento (Carasales, 1999

: 52). También se puede destacar que, a pesar de aparecer bajo la órbita de la Presidencia de la Nación, la CNEA tenía prácticamente la totalidad de la capacidad de decisión y ejecución respecto de las políticas del sector, incluso, manteniéndose al margen del resto de las políticas energéticas con las que contaba el gobierno (Solingen, 1996 : 16).

Una parte importante de la autonomía de la CNEA se centraba en el hecho de que la Armada controlase la principal parte de los recursos de la misma, dividiéndose, junto a un importante y estable grupo de científicos,<sup>90</sup> el directorio de la institución que tomaba las decisiones colectivamente.

Por otro lado, el suceso argentino también se explica, en gran parte, gracias a la institucionalización que hizo posible que los científicos y los líderes fuesen capaces de conducir el camino hasta una situación cercana al autoabastecimiento, en cuanto a la tecnología y el desarrollo industrial. A través de la construcción de infraestructura y la formación de recursos humanos, la CNEA adquirió el grado de masa crítica para poder llevar adelante un proceso de desarrollo del sector con un alto nivel de autonomía (Adler, 1987 : 72, 73). Así, la centralización y, paralelamente, la posición que le permitía mantenerse al margen del caos macropolítico (Solingen, 1996 : 35) le permitieron establecerse como líder y artífice indiscutido del desarrollo nuclear argentino.

<sup>90</sup> Ya desde el inicio los científicos se sintieron muy atraídos por la estabilidad que les ofrecía la CNEA —y dentro de ella el Instituto Balseiro—, a diferencia de otras instituciones como las universidades en las que sufrían permanentes persecuciones políticas, cosa que los transformó en sus principales defensores (Solingen, 1996: 115)

Pero, el desarrollo autónomo resultó muy costoso económicamente hablando. Pues la alternativa de reactores de agua pesada implicaba mayores niveles de participación de firmas nacionales e independencia en cuanto al abastecimiento de combustibles y una mayor incerteza técnica, menor eficiencia y mayores costos (Solingen, 1996: 41). De este modo, se puede observar cómo el éxito de la política nuclear argentina no se debe a la mano invisible del mercado, sino al diseño y planificación por parte de un Estado que se comprometió seriamente a llevarlo adelante aun con altísimos costos. Incluso, el decreto de creación de la CNEA otorgaba al Estado un papel central en la promoción y realización de la política nuclear, señalando la necesidad de coordinar y estimular las investigaciones atómicas (Bocco, 1989 : 14).

Ésta estructura permite que la CNEA pueda ser parangonada con la CEA francesa, más allá de obvias diferencias como los montos de recursos asignados a cada una, etc.; considerando a ambos como cuerpos fuertes, políticamente coherentes y de considerable autonomía, tanto en lo que se refiere a la política doméstica como a la exterior.

### **La participación de empresas privadas**

Pero el caso argentino no solamente es comparable al francés, existen también algunos puntos que, aunque en una menor magnitud, lo asemejan al alemán. No obstante, a diferencia de éste, donde las empresas eran quienes le pedían mayor participación al sector público, fue el Estado quién impulsó la participación directa de los actores privados.

La posibilidad de contar con un importante rol por parte de

las firmas privadas, las que podían proveer una amplia gama de recursos técnicos, incentivó a la CNEA a formar una vasta red clientelar entre empresarios y científicos –basada en las ventajas fiscales otorgadas a las empresas para que éstas puedan competir (Araoz y Martínez Vidal, 1974 : 67)–, que ayudó a mantener la excelencia técnica de la agencia estatal (Solingen, 1993 : 290). La estrategia estaba claramente relacionada con el espíritu *liberista* de la Armada que, si bien no coincidía en este caso con un puro *laissez-faire*, fomentaba la participación de empresas privadas estratégicamente protegidas por el Estado, en un marco de subsidiariedad estatal en la que el sector público solo se haría cargo de la producción de insumos que el sector privado no estuviese en condiciones de suministrar, a fin de maximizar los recursos internos (Solingen, 1996 : 39, 68, 131).

De este modo, la participación de la industria privada local fue uno de los factores centrales de la elección de los reactores de Siemens, ya que en el contrato con dicha empresa figuraba una cláusula que permitía una importante participación nacional en la realización del proyecto (Castro Madero y Takacs, 1991 : 55). Para implementar el acuerdo con dicha empresa, se organizó un comité llamado Grupo de Industrias Nacionales (GIN) que evaluó el convenio y se aseguró que la industria local estuviese adecuadamente representada (Adler, 1987 : 74). Así, Argentina promovía la participación del empresariado local concentrado en un conjunto de, relativamente pequeñas, firmas privadas (Solingen, 1993 : 263).

Alrededor de sesenta empresas relacionadas con la CNEA, que se habían transformado de alguna manera en el *sponsor* de éstas, participaron en todo lo referido al capi-

tal, y el *management*, produciendo partes de plantas nucleares y generadores, presurizadores, sistemas de refrigeración y bienes de capital para la industria, a la hora de construir las centrales argentinas (Adler, 1987 : 72). Se puede observar cómo en la construcción de Atucha I, la participación de empresas privadas nacionales alcanzó el 13% del total de la producción de equipamiento electromecánico, contra un 87% de las firmas extranjeras; en el caso de Embalse esta proporción cambió sensiblemente llegando a un 40% de participación de empresas nacionales, contra un 60% de las extranjeras, este aumento fue directamente fomentado desde el Estado,<sup>91</sup> y alcanzó una proporción de 50% y 50% en el caso de Atucha II.

En lo que se refiere a los servicios de ingeniería, en el caso de Atucha I, la participación de las empresas nacionales alcanzó solo el 2% en contraste con el 98% de las firmas extranjeras; esta situación cambió drásticamente en la construcción de Embalse donde la participación de los privados domésticos alcanzó el 35%, los extranjeros aportaron un 35% y aparece el Estado con un 10%; ya refiriéndome al caso de Atucha II, esta proporción vuelve a cambiar distribuyéndose del siguiente modo: 30% firmas nacionales, 10% firmas extranjeras y 60% por el Estado. Mientras tanto, en lo que respecta a la participación en el total de los costos directos, en el caso de Atucha I se distribuyeron de la siguiente manera:

<sup>91</sup> El proyecto de embalse nació como un emprendimiento de la provincia de Córdoba de construir un reactor de 150 MWe, a la que la Secretaría de Energía le propuso aumentar el módulo de generación de energía a 600 MWe y conectarlo al sistema eléctrico nacional.

38% a manos de agentes nacionales, tanto Estado como firmas privadas, y 62% por parte de empresas extranjeras; para Embalse esta proporción se invirtió a un 60% - 40%, y en el caso de Atucha II se mantuvo la tendencia alcanzando un 70% - 30% (Solingen, 1993 : 267).

Como ya se mencionó, el desarrollo de una industria doméstica subsidiaria de la CNEA era uno de los principales ejes de la elección de los reactores de agua pesada que implicaban el mantenimiento de la independencia respecto del aprovisionamiento de combustibles, y de equipos necesarios para el funcionamiento de la industria local: «Argentina quería depender lo menos posible de los abastecedores extranjeros de materiales y tecnologías, quienes de otro modo hubiesen podido obstaculizar el desarrollo nuclear del país» (Carasales, 1999 : 54).

### El desarrollo nuclear brasileño

Aunque el interés por el átomo surgió rápidamente en Brasil, la ejecución de una política pública que lo explotase fue más lenta que en Argentina. Los principales motivos de este atraso se centraron en la inestabilidad de los gobiernos federales, el menor desarrollo científico-técnico y los pocos recursos que se destinaban al área, producto de las enormes inversiones públicas realizadas por el gobierno de Juscelino Kubitschek (1956-1960), en otros ámbitos como la construcción de la ciudad de Brasilia (Carasales, 1997 : 21).

El Consejo Nacional de Investigaciones (*Conselho Nacional de Pesquisas*) fue fundado en 1951 y fue precedido inicialmente por el Almirante Alvaro Alberto da Motta e Silva, pionero del

desarrollo nuclear brasileño. La nueva institución comenzó a desarrollar las investigaciones básicas con la utilización de las reservas de torio ubicadas dentro de las fronteras del país (Bocco, 1989 : 15). Posteriormente, durante las administraciones de Janio Quadros y Joao Goulart, Brasil intentó desarrollar la tecnología de gas grafito francesa sin demasiado éxito, abandonando el proceso durante el régimen militar en 1964 (Gall, 1976). Recién en 1958 fue creada la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) que reemplazaría a CNPq. A pesar de ser el organismo al que le correspondía fijar y ejecutar la política del sector, nunca consiguió la autoridad, la continuidad y la independencia que tenía su par argentina. Su dependencia varió de la Presidencia de la República al Ministerio de Minas y Energía cosa que jamás le permitió adquirir un margen autónomo de acción (Carasales, 1997 : 22). En definitiva, no hacía más que centralizar y presidir una federación de entidades autónomas o semiautónomas que tenían actividad en dicha temática, en lo que se puede llamar una suerte de «segmentación burocrática» (Carasales, 1997 : 22; Solingen, 1996 : 32).

En esos años Brasil especuló con poder aprovechar su relación con Estados Unidos, producto de su alianza durante la Segunda Guerra Mundial, y, a cambio de exportar uranio al país del norte, esperaban que éstos le transfiriesen tecnología. Dicha estrategia finalmente resultó un fracaso por la negativa norteamericana.<sup>92</sup>

<sup>92</sup> En 1945 Brasil firmó un acuerdo secreto con los Estados Unidos, donde se comprometía a abastecer 5000 toneladas de monacita (mineral que contiene uranio), pero en ningún momento hubo una retribución con tecnología a cambio del mineral (Bocco, 1989 : 15).

Paulatinamente la actividad científica brasileña comenzó a intensificarse, pero rápidamente chocó con la dispersión de los esfuerzos, situación que contrastaba claramente con el caso argentino previamente caracterizado. También se generó un controvertido debate sobre cuál era la tecnología más adecuada para la producción de nucleoelectricidad. Una de las tecnologías tenidas en cuenta fue la de uranio natural y agua pesada, defendida por los científicos, pues según ellos aseguraba una mayor independencia, aunque, también, mayores costos como ocurría en el caso argentino. La otra era la de uranio enriquecido y agua liviana más probada, disponible y de mayor rentabilidad<sup>93</sup>, pero que generaba dependencia del abastecimiento exterior, esta era defendida por las autoridades políticas nacionales<sup>94</sup> (Marzo, 1996; Solingen, 1996 : 41).

Finalmente se optó por la segunda opción. Esto se debió principalmente a la pretensión de alcanzar las tecnologías más desarrolladas en el menor tiempo posible. Así, en 1969 se decidió la adquisición de una central «llave en mano» de la Westinghouse norteamericana Angra I (624 MWe)<sup>95</sup> que sería construida a pocos kilómetros de Río de Janeiro. La construcción de la central implicó el compromiso del abastecimiento de uranio 235 norteamericano y las salvaguardias de la OIEA.

<sup>93</sup> No solo en lo referido a sus costos de producción, sino además a las facilidades para su construcción ya que un acuerdo con Estados Unidos podía significar además importantes préstamos para su financiamiento.

<sup>94</sup> Para entonces los únicos productores de uranio enriquecido eran los Estados Unidos, la Unión Soviética, posteriormente se sumarían los dos consorcios europeos URENCO y EURODIF.

<sup>95</sup> En parte la construcción de Angra I se vio estimulada por el desarrollo de Atucha I por parte de Argentina (Pinguelli, Roza, 1999 : 12).

La ocasión para un potencial «salto de calidad» que debería haber dado Brasil en el sector, se presentó con el acuerdo celebrado con la República Federal Alemana, de gran trascendencia en el sector nuclear (incluso a nivel mundial ya que de haberse concluido de la manera planeada hubiese alcanzado una producción de más de 10.000 MWe). Parte de la relevancia del acuerdo se centraba en el hecho de que Alemania aceptó transferir tecnologías sensitivas<sup>96</sup>, incluyendo el enriquecimiento de uranio, además de varios reactores similares al provisto por la Westinghouse, seguidos de otros reactores que serían construidos por Nuclearbras<sup>97</sup> (Carasales, 1997 : 24; Adler, 1987 : 80; Gall, 1976).

Éste acuerdo se vio paradójicamente impulsado por la explosión nuclear de la India, que limitó el abastecimiento norteamericano de uranio enriquecido en el mundo, razón que motivó a Brasil a comenzar la búsqueda de nuevos socios. Así, frustrados por las restricciones masivas impuestas por los norteamericanos, las autoridades brasileñas firmaron el contrato con Alemania (Zaborsky, 2003 : 125). Pero la euforia generada por el acuerdo duró poco. Rápidamente comenzó a observarse que era excesivamente ambicioso, y poco realista, ya que planeaba atender un nivel de demanda de energía eléctrica artificialmente exagerada, que una

<sup>96</sup> Ya en 1953 la presión norteamericana obligó a que Brasil y Alemania suspendieran las negociaciones para la transferencia de tecnología de ultracentrifugación para enriquecer uranio (Bocco, 1989 : 16).

<sup>97</sup> Nuclearbras consiste en una empresa binacional, hoy extinta, creada por el recientemente mencionado acuerdo. La misma adquiriría una dimensión megalomaniaca producto de la sobreestimación de la necesidad de energía eléctrica.

economía del tamaño de la brasileña no estaría en condiciones reales de afrontar (Carasales, 1997 : 24; Barletta: 4).

Por otro lado, el hecho que el acuerdo fuese negociado en secreto por Itamaraty bajo directivas del Consejo Nacional de Seguridad, organismo militar del gobierno de facto, generó una situación de malestar en la comunidad científica que se sintió ignorada y marginada (Barletta : 5). Ésta cuestionaba el hecho que se hubiese optado por un tipo de tecnología sin que se hubiese discutido con anterioridad cuál era la vía de desarrollo más apropiada, ni los costos del programa. Además, la tecnología de separación isotópica ofrecida por los germanos *jet-nozzle* no estaba suficientemente probada aún e, incluso, poco tiempo después, se demostraría su fracaso. Entre los principales opositores de este programa se encontraba José Goldemberg, entonces director del Instituto de Física de la Universidad de San Pablo, quien argumentaba que era preferible un plan más modesto.

Esta misma división era observable en la constitución de las estructuras centrales del sector nuclear. Mientras que Nuclearbras (en 1975) contaba con unos 250 técnicos de alto nivel y 200 de nivel medio, la CNEA argentina poseía alrededor de 2500 científicos, ingenieros y técnicos, trabajando en su primera central nuclear, y 4000 en la segunda. Pero los científicos brasileños no solo fueron excluidos del programa nuclear sino, además, de todos los centros de investigación del Estado: del Instituto de Energía Nuclear de la Universidad de San Pablo (que hasta entonces albergaba a la mitad de la comunidad científica

del sector), el Instituto de Energía Nuclear de Río de Janeiro y del Instituto de Investigaciones sobre Radioactividad de Belo Horizonte. Así se generó una situación en la que solo existía un pequeño grupo de científicos insertos en las actividades estatales, frente a un grupo de *outsiders* que se organizaron con el objetivo de oponerse a los programas gubernamentales, criticando fuertemente el acuerdo con la RFA (Solingen, 1996 : 108).

Pero, a pesar de la oposición que el acuerdo sufría a nivel doméstico en más de un sector, incluso tratándose del programa con el sistema de salvaguardias más estricto conocido hasta el momento,<sup>98</sup> la política obstruccionista del gobierno norteamericano, generó un sentimiento nacional, de defensa del mismo (Carasales, 1997 : 25, Marzo, 1997).

A fines de la década del setenta, el proyecto que planeaba construir una planta de separación isotópica, una planta de conversión y una planta de fabricación de combustible, había fallado, habiéndose construido solo parcialmente la última (Marzo, 1996). Además de los ocho reactores de 1300 MWe cada uno, planeados para 1990 solo uno –Angras II– se puso en construcción y Angras III en proceso de planificación, los seis restantes no serán construidos (Pinguelli Rosa, 1999). En esto tuvo que ver mucho, por un lado, la subestimación del potencial hidroeléctrico y la sobrestimación del crecimiento de la deman-

<sup>98</sup> Al alcanzar mediante acuerdo el ciclo nuclear completo los riesgos de proliferación eran grandes, las salvaguardias estipuladas eran más que estrictas, no solo estaban sometidos a ellas los materiales y las instalaciones, sino además todo el *knowhow* adquirido de las empresas alemanas.

da de energía (Pinguelli Rosa, 1990 : 358); y por el otro, la oposición del fortísimo *lobby* hidroeléctrico que, a fines de los setenta, emergió con gran fuerza (Barletta : 4).

### **El predominio del Estado y las firmas extranjeras**

A diferencia del caso argentino, donde la participación de las firmas privadas nacionales fue relativamente alta, en el caso brasileño esta fue considerablemente más baja, manteniéndose a un alto nivel la participación de empresas extranjeras. La contratación de grandes grupos internacionales, más la construcción de empresas como Nuclearbras – que logró ser más competitiva a nivel internacional que las empresas argentinas –, compuesta por firmas extranjeras y estatales brasileñas, atentó contra la participación del sector privado en el área de la nucleoelectricidad (Solingen, 1993 : 269). Esta participación se vio afectada por la elección de la tecnología de uranio enriquecido y agua liviana, donde las empresas extranjeras eran mucho más competitivas, a diferencia del caso del uranio natural / agua pesada que jugaba un papel marginal y de escaso avance científico en los países desarrollados.

En el caso de Angra I la participación de los privados solo representó un 2% de los componentes electromecánicos, contrastando con el 13% de Atucha I en Argentina y de los servicios de ingeniería. Ésta situación cambiaría sensiblemente en los casos de Angra II y III en las que la participación de empresas privadas nacionales alcanzaría el 27%. A pesar de esto, si se lo compara con el caso argentino, la proporción sigue siendo baja comparada con el 40% de Embalse y el 50% de Atucha II.

En lo referido a los servicios de ingeniería, la participación de empresas privadas nacionales sigue siendo escasa sobre todo si se compara el 10% de angra I y II con el 35% de Embalse y el 30% de Atucha II; y en lo que tiene que ver con la participación estatal, es mayor en el caso de Angra II y III respecto de Embalse –mientras que en las primeras alcanza el 30%, en la central argentina se mantiene en un escaso 10%– pero considerablemente inferior al caso de Atucha II, donde alcanza un 50% (Solingen, 1993 : 267)

Pero, a pesar que la proporción de participación fue menor, la tecnología producida en Brasil alcanzó un mayor grado de competitividad, sobre todo en lo que se refiere a la producción de componentes mecánicos y eléctricos a nivel internacional, que la generada por Argentina, cuyas empresas eran de menor tamaño y sofisticación industrial y sobrevivieron principalmente por la protección estatal<sup>99</sup> (Solingen, 1996 : 3).

### **Un programa oficial y uno paralelo**

La desilusión creada por el funcionamiento del programa oficial fomentó la aparición paralela en 1979 de los programas conocidos como «autónomos»<sup>100</sup> –como lo llamaba el gobierno brasileño– separados del «oficial» que estaba sujeto a las salvaguardias de la OIEA. Pero este programa no fue

<sup>99</sup> Hay que tener en cuenta que solo el 30% del equipo de los reactores nucleares es estrictamente nuclear. El resto son componentes mecánicos y eléctricos convencionales. En estos últimos la industria brasileña es mucho más eficiente en términos de costos que la argentina (Solingen, 1996 : 213).

<sup>100</sup> Llevados adelante por las Fuerzas Armadas, los programas paralelos no estaban sujetos al sistema de salvaguardias de la OIEA.

exclusivamente militar, hubo también una activa participación civil desde la Comisión de Energía Nuclear y la Secretaría de Asuntos Estratégicos (Marzo, 1996). Fueron, justamente, las crecientes dificultades en la puesta en práctica del acuerdo con la República Federal Alemana el principal motivo que indujo al desarrollo de los programas paralelos, que contaron con menores dificultades que el oficial, y dieron desparejos resultados.

Inaugurados durante la presidencia del gobierno de facto del presidente Geisel, y coordinados por Rex Nazareth Alves, presidente de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, quien administraría grandes sumas de dinero en cuentas bancarias secretas. Estos programas fueron llevados adelante bajo el más estricto secreto, cosa que generó grandes dudas respecto de los mismos (Redick, 1997).

De todo lo anterior surge una pregunta: ¿por qué un programa militar? Según palabras de Marco Marzo –TA–<sup>101</sup> (1996): «En Brasil, tenemos un dicho, que solo hay cuatro instituciones: la Armada, el Ejército, la Fuerza Aérea y la Iglesia. Esto implica, que los militares están envueltos en cada etapa importante del desarrollo de Brasil.» Aunque claramente esto no responde a la pregunta de por qué existió un plan secreto que nunca dejó de crear suspicacias.

Cada Fuerza se concentró en diferentes facetas de la tecnología, destacándose el trabajo de la Armada a la hora de enriquecer exitosamente uranio, en el centro de ARAMAR –donde finalmente Brasil construiría su primer submarino

<sup>101</sup> Senior Planning and Evaluation Officer, ABACC.

nuclear–, mediante métodos ortodoxos (sistema de ultracentrifugación utilizado por el consorcio URENCO) que llegó a enriquecer el mineral a un nivel del 20% (Krasno, 1992), aunque solo en una escala experimental (Redick, 1997). Esto era fundamental para los planes de la marina que pretendía desarrollar submarinos nucleares.<sup>102</sup> Dicha instalación resultaría la más exitosa del programa nuclear Brasileño. Sumado a esto, una mini cascada de centrifugadores fue concluida en 1984, y para 1987 fue oficializado y dado a conocer el proyecto, después de más de cien horas de funcionamiento de la estructura, lo que convertiría a Brasil en el séptimo país del mundo en dominar dicha tecnología (Barletta : 6).

La Fuerza Aérea también se veía envuelta en los programas paralelos, con la construcción de lo que aparentemente sería un centro de pruebas para explosiones nucleares pacíficas conocido como Cachimbo –a mediados de los ochenta la prensa reveló la existencia del predio. Éste contaría, aparentemente, con la infraestructura necesaria para realizar dichas explosiones, aunque el país en ningún momento contó con las cantidades suficientes de materiales fisionables para realizarlas. Finalmente el centro fue cerrado en 1990 por el presidente Fernando Collor de Melo (Redick, 1996).

Respecto a los programas paralelos de Brasil se refirió Carasales (1997 : 27):

<sup>102</sup> Los submarinos nucleares necesitan para su funcionamiento un pequeño reactor alimentado por uranio enriquecido a un porcentaje menor que el de las armas atómicas.

Mucho se ha hablado y escrito al respecto, interna e internacionalmente, pero debe reconocerse que, más allá de algunos actos dudosos o no claramente explicables, no existe evidencia de que Brasil se haya embarcado nunca en un programa de desarrollo de armas nucleares. La indiscutible participación militar en estos temas, tema sumamente complejo que requeriría un estudio especial, puede entenderse, al menos parcialmente, como un reflejo de la influyente presencia de las Fuerzas Armadas en diversas esferas de la actividad nacional y, obviamente en primer lugar, en el gobierno del país durante muchos años. Tampoco debe ignorarse que en Brasil las Fuerzas Armadas han tenido siempre una participación considerable en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, siendo en varios casos las instituciones militares las primeras en formar graduados en disciplinas avanzadas (Carasales, 1997 : 28).

De hecho, el mismo presidente José Sarney reconoció que los gobiernos militares brasileños tuvieron durante dos décadas planes para construir una bomba atómica, afirmando además que: «Los argentinos también participaban (haciendo referencia a la carrera nuclear), pero tanto ellos como Brasil lo negaban» (La Nación, 8 de agosto de 2005). Los programas fueron finalmente «descubiertos» por José Goldemberg,<sup>103</sup>

<sup>103</sup> Goldemberg era un reconocido científico, ex presidente de dos importantes organizaciones científico-profesionales como la Sociedad Brasileña de física (SBF) y la Sociedad Brasileña para el Progreso de la Ciencia (SBPC), además de haber ocupado el cargo de rector en la Universidad de San Pablo (USP). Durante el período de gobierno militar Goldenberg fue uno de los principales críticos del programa nuclear militar.

secretario de Ciencia y Tecnología del presidente Collor de Melo, quien asumió la presidencia aparentemente sin conocimientos de los mismos. Según los informes de Goldemberg éstos representaban un conjunto de caóticos programas que no generaban grandes progresos (Albright, 1996).

Finalmente, la suerte de dichos programas fue dispar, aunque claramente abrieron el camino tecnológico del país (de Oliveira, 1998 : 9). Los que obtuvieron los mejores resultados continuaron bajo control mixto, civil y militar –como se verá posteriormente bajo el sistema de salvaguardias de la ABACC y la OIEA– y absorbieron los recursos que eran destinados para el desarrollo del programa de «reactores alemanes», para entonces suspendido, y los que no habían conseguido significativos avances, o poseían dudosos objetivos, fueron definitivamente cancelados –como el caso de Cachimbo o la construcción de un reactor productor de plutonio por parte de el Ejército. Esto marcó claramente una reducción de la participación de los militares en la explotación del átomo, pero de ningún modo la desvinculación total de estos en el sector.<sup>104</sup> Incluso, a pesar de los posteriores problemas técnicos y financieros, lo que quedó de los «programas paralelos» se transformaría durante la presidencia de Fernando Enrique Cardoso en una de las prioridades del gobierno, sobre todo la finalización de Angra II, manteniéndose como la estructura central del actual «programa unificado» (Pinguelli Rosa, 1990 : 361).

<sup>104</sup> Entre la estructura del ex «programa paralelo» subsistió y cobró aun más importancia el proyecto de la construcción del submarino nuclear del centro de ARAMAR.

### El marco institucional

A diferencia de la política argentina, coherente y continua, aunque menos ambiciosa, la brasileña vivió en un permanente proceso de altibajos. Institucionalmente permaneció bajo un proceso de fragmentación separando los programas civiles de los militares,<sup>105</sup> además de vivir un permanente movimiento pendular que osciló entre el nacionalismo –cuya oposición con Estados Unidos lo acercó hacia la tecnología Alemana– y la aproximación con Estados Unidos (Pinguelli Rosa, 1990: 357).

Las permanentes «idas y vueltas» de los programas atentaron contra su normal desarrollo, impidiendo la posibilidad de realizar un programa en etapas como ocurrió en el caso argentino. Fue esta misma inestabilidad institucional la que abortó en más de una oportunidad la posibilidad de avanzar en el desarrollo de distintos programas. Así ocurrió en la etapa de la «política exterior independiente» de los presidentes Janio Quadros y Joao Goulart, donde se optó por los reactores franceses de gas grafito intentando romper con la dependencia del uranio enriquecido norteamericano. Este intento fue frustrado durante el golpe militar del sesenta y cuatro, donde las decisiones en materia nuclear pasaron a formar parte del Consejo Nacional de Seguridad que continuó con la idea de adquirir tecnología del extranjero, momento en que se formalizó la relación con la Westinghouse para la construcción de Angra I (Bocco, 1989: 16).

<sup>105</sup> Como se puede observar con anterioridad, en el caso argentino, más allá que la presidencia de la CNEA haya sido ocupada por miembros de la Armada, de ningún modo la primera se subordinaba a la segunda, sino que dependía de la Presidencia de la Nación.

Esta misma desinstitucionalización fue uno de los principales elementos que generaron la existencia de dos programas paralelos que implicaron la superposición de objetivos y, por lo tanto, la ineficiente inversión de los recursos destinados para el sector. A esto hay que sumarle una permanente fragmentación entre las elites gobernantes, distintos grupos de presión tanto civiles como de la cúpula militar y la comunidad científica, agudizando el problema previamente mencionado. De este modo, los programas nunca pudieron escapar del alto grado de fragmentación ideológica que imperó durante décadas en el país (Adler, 76). El consenso político sobre la necesidad del fomento del «átomo» fue inversamente proporcional a la autonomía burocrática del sector, al contrario de lo que sucedía en el caso argentino. Esto asemeja el caso brasileño al italiano, donde a pesar de contar con una importante cantidad de recursos para el desarrollo del átomo, la falta de institucionalización y las divergencias ideológicas hacían que estos no fuesen utilizados de la manera más eficiente.

Pero, a pesar de todo, en uno de sus principales aspectos, los programas brasileños contaron con una estructura relativamente similar a la de los argentinos. En ambos casos, el impulso para el desarrollo de los mismos se centró en el esfuerzo realizado por el Estado para llevarlos adelante. En este sentido, ambos programas mantenían dicha similitud con el caso francés (Solingen, 1996: 3). Por otro lado, el caso brasileño al igual que el francés, y a diferencia del argentino, contaba con una escasa participación de la industria privada nacional, importando gran parte del equipamiento mecánico de los reactores desde la República Federal Alemana o a través de la producción de Nuclearbras.