

# UNA VISIÓN, BASADA EN EXPERIENCIAS PERSONALES, DE LA HISTORIA Y FUTURO ARGENTINO EN ALGUNOS TEMAS TECNOLÓGICOS, INCLUIDOS ALGUNOS SUEÑOS PROPIOS

Palabras clave: INVAP, CONAE, CNEA, reactores nucleares, tecnologías satelitales.  
Key words: INVAP, CONAE, CNEA, nuclear reactors, satellite technologies.

## ■ Conrado Varotto

Asesor del Director Ejecutivo y Técnico,  
Comisión Nacional de Actividades Espaciales.

varotto@conae.gov.ar

### ■ 1. PRESENTACIÓN

La presente Reseña se basa casi textualmente en la presentación hecha en ocasión de los actos conmemorativos del 150 aniversario de la Academia Nacional de Ciencias y el *Simposio Wittenberg* organizado por la Academia de Ciencias de Latinoamérica el 10 de septiembre de 2019 en la ciudad de Córdoba.

En esa ocasión dije:

Para evitar malos entendidos quisiera, previo a la exposición misma, solicitarles que atentos a que estamos en período electoral no den a mis expresiones connotaciones de carácter político, ya que no es esa la intención.

Y ahora sí, entrando en el tema específico, estamos aquí reunidos, conscientes que se cumplen mañana 150 años de aquel 11 de setiembre de 1869 en que se sancionara la Ley 322, promovida por Faustino Domingo Sarmiento y tomada como fecha fundacional de esta Academia Nacional de Ciencias.

Y por supuesto, esa época del siglo XIX es de gloria para las Academias de Ciencias de los principales países, a imitar por los nuevos países o por los viejos que tratan de modernizarse.

En efecto, para los que venimos de las ciencias duras no podemos obviar que se trata de un período

realmente muy fructífero por los descubrimientos y las hipótesis científicas que se van proponiendo, muchas de ellas verificadas al poco tiempo y otras mucho más tarde. Como botón de muestra podemos citar la "Tabla de Mendeléiev", publicada en 1869, que en cierto modo es la llave al desarrollo de toda la química y la ciencia de los materiales.

También es un período interesante para la ciencia ficción. En este caso un botón de muestra podría ser *De la Tierra a la Luna* de Julio Verne, publicado en 1865. Independientemente de las consideraciones de índole técnica, hay un aspecto de esta obra que merece ser destacado y se

refiere al financiamiento del proyecto. Lo es por una suscripción internacional, es decir, el autor ya imagina al espacio como un bien que no ha de pertenecer a un país sino a toda la humanidad.

Y esa premonición de Julio Verne se encuentra hoy contenida en el tratado de 1967 que gobierna las Actividades de los Estados en la Luna y otros Cuerpos Celestes, que explícitamente hace referencia al derecho internacional y a la carta de las Naciones Unidas, dando por sentado que el espacio exterior no es propiedad de los países que realicen proyectos en el mismo. Y ese tratado fue concretado en plena carrera espacial, dos años antes que el hombre pusiera pie en la Luna.

Se puede decir que los siguientes tratados puestos en vigencia *a posteriori* y los que actualmente están siendo analizados por el sistema de Naciones Unidas, tienen como marco jurídico ese Tratado de 1967, que podemos considerar fundacional del derecho espacial.

Un comentario aparte es que en este y otros tratados internacionales referidos al espacio ultraterrestre, la intervención argentina ha sido primordial. Quisiera aprovechar la ocasión, ya que este año también se celebra el cincuentenario de la llegada del hombre a la Luna, para que recordemos a un cordobés muy especial, el Dr. Cocca, un gran impulsor del derecho espacial, quien tuviere una participación destacada para la concreción del primero y siguientes tratados. Sobre este tema volveremos más adelante.

## ■ 2. EL INMIGRANTE

Lo que voy a presentar a continuación son flashes de historia personal, vividos en Argentina en los últimos 70 de esos 150 años, país al

que llegué como inmigrante y al que mis padres consideraban un país de futuro y esperanza, cuando tomaron la decisión de emigrar de Italia.

Argentina nos acogió con los brazos abiertos y me ofreció un sinnúmero de oportunidades y posibilidades, mostrando que lo que mis padres tenían en su corazón y en su mente, era acertado. Por supuesto hemos pasado y estamos pasando por dificultades pero soy un convencido que las vamos a superar, que para eso tenemos una juventud maravillosa que sabrá tomar la posta.

Cuando mis padres cumplieron 50 años de casados les hicimos una pequeña fiesta y un amigo les pregunta: ¿por qué consideraban que Argentina era un país de futuro y de esperanza para sus hijos?

La respuesta de mi madre fue inmediata: “porque sabíamos que en este país nuestros hijos iban a tener la oportunidad de estudiar”. Mis padres eran gente sencilla, que hicieron lo imposible para que no nos faltara nada a mi hermano y a mí, para que precisamente adquiriéramos conocimiento. No hacía falta hablarles de que en el futuro se venía la sociedad del conocimiento. Ellos, a su modo, lo percibían. Como lo percibieron muchos de nuestros padres y abuelos, nacidos o llegados como inmigrantes a este amado país.

Y, de hecho, al llegar a la Argentina se me abrieron todas las puertas. Nunca sentí que era una tierra extraña.

Me encontré con los jesuitas que, además de mostrarme los valores ignacianos de vida, me despertaron el amor por la Física. Luego de los jesuitas me encontré con instituciones como la UBA, la CNEA, el Instituto de Física Bariloche (*a posteriori* Baliseiro), el CONICET, (que me dio la

oportunidad de hacer un posdoctorado en la Universidad de Stanford) y tantas personas que intervinieron para que pudiese desarrollar ideas y proyectos. Son tantos que es imposible recordarlos a todos y menos nombrarlos, máxime teniendo en cuenta que casi todos los proyectos en los que he intervenido fue trabajando en equipos.

Pero con las oportunidades también aparecen las responsabilidades. En la vida todos tenemos nuestras experiencias, nuestras vivencias y si somos capaces de hacer un buen examen de conciencia, darnos cuenta donde cometimos errores u omisiones y donde hubo aciertos. Pero es imprescindible, cuando hacemos esos exámenes, ubicarnos en el tiempo y condicionantes de cada momento. Incluso darnos cuenta si fueron situaciones en que pudimos decidir, a nuestro entender, por la mejor opción o simplemente tuvimos que elegir entre el mal menor. Y situaciones donde las decisiones de terceros, tomadas por razones incluso de Estado, que a *primera facie* pudieren parecer inaceptables, con imaginación pudieron o aún pueden dar origen a proyectos que de otro modo no se hubieran podido dar.

Voy a citar algunos ejemplos, (tomados en forma bastante arbitraria), que impactaron en mi propia actividad profesional. Los presentaré sin respetar los aspectos cronológicos y las personas que nombre fueron a veces las más importantes y otras no pero, como suelen decir los sajones y en traducción libre, se trató de la persona “necesaria, en el tiempo justo y en el lugar correcto”.

Y voy a intentar hacer algo tipo “Conexiones”, entre estos entes y personas, relacionados con mi experiencia y sueños.

### ■ 3. CONEXIONES

#### 3.1 LOS JESUITAS

En Argentina mamá se encontró con una dificultad: cómo insertarnos a mi hermano y a mí en los últimos años de la primaria, en un sistema escolar muy diferente y sin que ello significara un retraso importante en años, particularmente por las diferencias de idiomas y materias, propias de cada país. Los Salesianos de la calle Moreno en Buenos Aires lo tenían resuelto.

Pero las circunstancias hicieron que nos conociera un Jesuita Italiano que venía de pasar 25 años como misionero en la India, país que amaba de corazón, y que también nos ofreció una solución para el problema. Los jesuitas tenían un primario gratuito y modalidad para que, en poco tiempo, nos insertáramos en el sistema de enseñanza argentino. Y mamá se quedó con los jesuitas del colegio del Salvador, en Buenos Aires. Luego me dieron una beca completa para el secundario.

En ese colegio había un profesor de física, un jesuita belga, que no me hizo las cosas fáciles pero que terminó metiéndome el amor por la física y me hizo entender que había que ir al laboratorio y medir. Pero también me mostraron los principios Ignacianos de vida.

Saliendo un poco del tema, les recomendaría a muchos de los dirigentes que critican al Papa Francisco, que hagan al menos una vez un retiro espiritual ignaciano. Creo que entenderían muchas cosas y cometerían muchos menos errores.

#### 3.2 LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS DE LA UBA

Al término del secundario tenía claro que quería ser físico, así que

naturalmente entré la facultad de Ciencias Exactas de la UBA, que en aquella época funcionaba en la Manzana de las Luces, en lo que en su momento fuera la Procuraduría Jesuítica. Casualidades de la vida.

Pero no fue un ingreso normal. Estamos justo en el momento que a la Universidad regresaban profesores de alto nivel, expulsados de la misma durante las dos primeras presidencias de Perón, (algunos refugiados en la recientemente creada CNEA). Y ese claustro decidió que no se podía aceptar nuevos alumnos sin un examen de ingreso muy estricto. Para eso dieron un curso previo muy intensivo. Y lo inusual fue que se dio en dos partes: la primera, en la segunda parte de 1956 y, la segunda, al principio de 1957. (Recuerdo que fue un enero abrasador y al pobre Dr. Santaló dándonos clases de matemáticas con casi 40 grados).

De aquella época recuerdo una frase del Dr. Sadosky: lo más importante es el ingreso. Si entran los alumnos con una buena base asegurada también podemos asegurarnos que con los recursos disponibles vamos a tener egresados excelentes. Y por eso la Facultad dedicó los mejores profesores disponibles a dar las clases del curso de ingreso.

Muchos años más tarde, cuando en el gobierno de Alfonsín, siendo el Dr. Sadosky Secretario de Ciencia y Técnica visitara INVAP en Bariloche, le pregunté: "Dr., Ud. me dijo que lo más importante para las carreras en Ciencias Exactas era el ingreso y ahora que son gobierno, ¡¡lo eliminaron!!" Y de la respuesta del Dr. Sadosky aprendí una de las lecciones más importantes de mi vida: "Mirá Varottito, un gobierno no lo hace una sola persona". Esta respuesta les ruego que la correlacionen con un comentario que hice sobre la toma

de las decisiones al inicio de estas líneas.

#### 3.3 LA CNEA, EL CENTRO ATÓMICO BARILOCHE Y EL INSTITUTO DE FÍSICA (BALSEIRO).

Para varios de los presentes, lo que van de los 75 para arriba, seguramente recordarán que al final de la segunda guerra mundial, en los países europeos destruidos, había muchos científicos y profesionales de todo tipo que buscaban algún modo de salir y encontrar lugares que los acogieran.

Argentina no se quedó atrás y salió a ofrecer posibilidades en nuestro país. Era además un país particularmente atractivo para alemanes e italianos, por las fuertes comunidades ya instaladas.

En Córdoba, el mejor ejemplo lo tuvimos con el desarrollo del Pulqui y aún cuando el proyecto no tuvo continuidad, por sobre todo reforzó el sentimiento de provincia aeronáutica que aún, con sus avatares, se mantiene.

Estamos en la segunda parte de la década del '40 y principios de los '50. El mundo estaba asombrado por la bomba atómica pero lo interesante es que, como primero se aprendió a controlar la fusión nuclear y solo después se desarrolló la bomba atómica, era natural que se produjera una catarata de propuestas de todo tipo de aplicaciones civiles de la energía nuclear.

Pero la teoría también predecía que se podía obtener energía de la fusión nuclear. Y de hecho con ello se explicaba la energía de las estrellas. Solo que no había antecedente alguno de un reactor a fusión controlada.

Y entre los científicos de nacio-

nalidad alemana que recalaron en Argentina hubo uno muy especial, el Dr. Ronald Ritcher. Tuvo la enorme capacidad de convencer al gobierno que tenía un método para controlar la fusión nuclear, proyecto que comenzó a desarrollar en la isla Huemul, en el lago Nahuel Huapi, en Bariloche. No voy a entrar en esta historia ya que se encuentra muy bien detallada en el libro *El Secreto Atómico de Huemul*, del Dr. Mario Mariscotti, que tiene además el mérito de haber sido la única persona que pudo tener una entrevista con Ritcher varios años después del episodio Huemul. Y otro libro que recomiendo es el del Dr. Arturo López Dávalos, sobre la vida de ese cordobés maravilloso que fuera el Dr. Balseiro.

Y sin embargo, el proyecto Ritcher, a pesar de su fiasco, resulta en algunas decisiones muy relevantes:

- i) La creación de la Comisión Nacional de Energía Atómica, (CNEA), en reconocimiento que el error Ritcher no significaba desconocer la relevancia que esta disciplina significaría a futuro para el país.
- ii) La aceptación por parte del gobierno que profesores de la Universidad, expulsados de la misma por razones políticas, pudieran recalcar en ese nuevo ente (siempre que no armaran lío, según relato del primer presidente de CNEA, el almirante Iraolagoitia).
- iii) Y ese ente nace federal, ya que no solo tiene su sede en la capital Federal, sino que crea el Centro Atómico Bariloche aprovechando lo que había dejado de infraestructura e instrumentación el proyecto Huemul y con el tiempo otras sedes en el inte-

rior del país.

- iv) Que para que esa Comisión tuviera posibilidades reales de desarrollo requería de la formación de físicos de primer nivel. Y aquí aparece la viveza de Balseiro al proponer que sea en el seno del Centro Atómico Bariloche, que estando lo suficientemente alejada de las grandes urbes, lo liberarían de las turbulencias políticas de aquellos tiempos. El instituto comenzó sus cursos formales en agosto de 1955.
- v) Y esa CNEA consigue desarrollar una cultura institucional, mérito de sus primeros participantes, que la dotan de una capacidad notable para tener claridad de objetivos y mantener continuidad de acción.

No es que la CNEA y el instituto Balseiro no hayan tenido avatares de todo tipo en sus casi siete décadas de existencia. Pero allí están, bien firmes.

Y en lo personal, en 1959 se me presenta la oportunidad de dar la prueba para ingresar al Instituto, lo que pude aprovechar. Me gradué pero no en el área nuclear sino en ciencias de materiales.

Y tuve en suerte que, en esa época, Sabato había conseguido acuerdos muy especiales con diversos laboratorios y universidades del primer mundo para que vinieran profesores, tanto al Balseiro en Bariloche como al Curso panamericano de Metalurgia que se dictaba en el Centro Atómico Constituyentes de la CNEA.

El trabajo final para graduarme lo hice en Bariloche con uno de ellos, del laboratorio Livermore, pero mientras realizaba mi doctorado me

tocó en suerte ser ayudante en el curso de Metalurgia en Constituyentes de una persona extraordinaria, el Dr. Stevenson (falleció muy joven) de la Universidad de Stanford.

### 3.4 LA UNIVERSIDAD DE STANFORD

Precisamente, al terminar mi doctorado, gracias a una beca del CONICET y, *a posteriori*, el soporte de la propia Universidad de Stanford, pude hacer un post doctorado de tres años con el Dr. Stevenson en el Departamento de Ciencias de los Materiales de esa Universidad.

Cuando llego a Estados Unidos estaba el *boom* de lo que se diera en llamar el "Silicon Valley".

Es generalmente reconocido que desde la Universidad de Stanford y, al poco tiempo seguida por otras de la zona de la bahía de San Francisco, se estimulaba que los graduados iniciaran emprendimientos para lo que la propia universidad ofrecía facilidades en sus campus.

Stanford era realmente un hervidero de iniciativas, algunas de las que prosperaron están hoy entre las importantes empresas de tecnología de Estados Unidos. Y esa actitud fue muy pronto imitada por otras Universidades y centros de Investigación de todo ese país.

Pero hay una faceta que a veces dejamos de lado: todo ello no hubiese podido darse si no hubiesen surgido, al mismo tiempo, ciertos personajes del mundo de las finanzas, que tuvieron la suficiente visión para darse cuenta que para hacer buenos negocios había que arriesgar en emprendimientos de innovación tecnológica, basados en los tremendos avances científicos que se iban produciendo. Y así nacen los capita-

les o fondos de riesgo. Soy un convencido que si no se hubiese dado esa casi simultaneidad la historia del *boom* de las tecnológicas hubiese sido diferente.

Y es que la comprensión de que la ciencia y la tecnología eran relevantes para la economía del país había calado hondo en el sector financiero y en la sociedad americana. Desde ya, hay todo un proceso que se venía dando para que ello ocurriese pero, hay un hecho destacable que, en mi opinión personal, tuvo una gran influencia en la previa de ese *boom*. Me refiero al informe *"The Endless Frontier"* de 1945, del asesor presidencial de Estados Unidos, Vannebar Bush, en el que se explicita que "haciendo llover recursos sobre el desarrollo de la investigación básica, eso a su vez tendría un impacto en el desarrollo tecnológico y por ende socio-económico de Estados Unidos".

En la misma época, en nuestro país, nuestro premio Nóbel Bernardo Houssay decía: "La ciencia, la técnica y la investigación son la base de la salud, bienestar, riqueza, poder e independencia de los pueblos modernos... Los países ricos **lo son** porque dedican dinero al desarrollo científico tecnológico. Y los países pobres **lo siguen siendo si no lo hacen. La ciencia no es cara, cara es la ignorancia.**"

En otras palabras, personas muy autorizadas en el norte y en sur de nuestro continente coincidían básicamente, hasta en las palabras, sobre la relevancia de la ciencia y tecnología para el desarrollo de sus respectivos países.

Las palabras de Houssay no cayeron en saco roto a nivel de gobiernos locales. De hecho, en la década del cincuenta y principios de los '60

se crean casi todos los actuales entes del sistema nacional de ciencia y tecnología. El mismo CONICET se concreta en el '59 y tiene como primer presidente al propio Houssay.

Sin embargo, de mi propia experiencia de aquellos años pude concluir que nuestra sociedad en conjunto y -mucho menos- el sistema financiero, no estaban maduros para comprender el cabal significado de lo expresado por Houssay en lo que a los recursos dedicados al Sistema de Ciencia y Tecnología se refiere y al impacto que ello tendría en la economía. Y lo siguió por mucho tiempo.

Para ello tengo una anécdota que me ocurrió en el gobierno de Alfonsín: el Dr. Ferrer, siendo presidente del Banco Provincia de Buenos Aires organizó una reunión entre INVAP y banqueros, tanto de la banca oficial como la privada. El objetivo era ver si podía encontrar alguna forma para dar créditos a empresas tipo INVAP, sin que cumplieran algunos requisitos, especialmente las garantías, que exigía el sistema bancario de entonces.

En un cierto momento terminé diciéndoles que lamentaba que se hubiese abolido la esclavitud. Pueden imaginarse la reacción. Y les dije, "bueno, en la época de los romanos si uno ponía en garantía esclavos griegos, de esos formados, con conocimientos, seguro que los prestamistas ponían dinero. Y hoy tengo todas estas mentes brillantes para darles algún tipo de garantía de que pueden tener éxito los proyectos, pero para Uds. valen cero".

Pero incluso a nivel de los gobiernos que crean esos entes de Ciencia y Tecnología y de los profesionales que los componen, las palabras de Vannebar Bush y de Houssay son

interpretadas de un modo diferente. Basta recordar las grandes discusiones (totalmente estériles vistas a esta altura de la vida), entre los científicos y los no científicos de la década del '70 en nuestro país.

Ni qué hablar cuando se comparan actitudes respecto de gobiernos de otros países. En efecto, ello era de esperar habida cuenta de las grandes diferencias ideológicas entre países y dentro de los propios países que caracterizaron el período 1945-1991.

### **3.5 EL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN APLICADA DEL CAB. INVAP**

Hace pocos días, en ocasión que INVAP cumplía 43 años, recibí una copia del mensaje que Héctor Otheguy, actual presidente del Directorio de la empresa (fue mi sucesor, cuando luego de 16 años dejara la Gerencia General y Técnica de la empresa y dejó ese cargo hace unos meses) dirigiera al personal de la misma. Luego de algunas consideraciones preliminares, el mensaje concluía diciendo: "Felicitaciones para los que tuvimos el privilegio de ser parte de esa fantástica historia y especialmente a los que están construyendo los próximos 50 años".

Y esa expresión "los que están construyendo los próximos 50 años" parece muy poética, pero seguramente es la visión que han tenido muchos de los hombres y mujeres que nacieron o que llegaron a nuestro país, cualquiera fuere el lugar y la tarea que en suerte les tocara. Pero como se refería a INVAP, obviamente me puse a pensar en eventos y personas que tuvieron que ver con su existencia y con su permanencia.

Si antes de salir para Stanford me preocupaba el hecho de que no hubiese una conexión entre los sectores de la ciencia y los de la produc-

ción, a mi regreso estaba convencido que debía intentar hacer algo al respecto.

No eran tiempos sencillos. Estábamos en plena década de los '70, un periodo que ojalá nunca hubiese aparecido en Argentina. Ha significado tantos desencuentros y tanto dolor. Por supuesto, no era imaginable en esas circunstancias aplicar en forma inmediata nada símil a lo visto en Estados Unidos. No estábamos preparados (y no es que no hubiese habido esfuerzos en ese sentido). De hecho, además de las estériles discusiones científicas, las cuestiones ideológicas eran extremas. Hubo años en que parecía que dominaba la posición que consideraba al "capital como el gran mal y al empresario un ser maligno" y otros en que era todo al revés. Y no necesariamente entre gobiernos diferentes sino en el seno de un mismo gobierno. Por otra parte, recordemos que era una época en que más del 50% del PBI era controlado directamente por el Estado.

Así que comenzamos un modesto programa de "Investigación Aplicada", en el interior del Centro Atómico Bariloche e instituto Balseiro, relacionado directamente con posibles innovaciones en los procesos de entes y empresas y la introducción de nuevas tecnologías y, en las que se animaran, tratar de que entraran en procesos totalmente de avanzada. No nos fue mal pero nos dimos cuenta que para avanzar con más profundidad y libertad debíamos disponer de las características de empresa de tecnología.

Esto lo veníamos ya viendo con el entonces presidente de la CNEA, Almirante Iraolagoitia y lo concretamos con el Almirante Castro Madero, él mismo un egresado del instituto Balseiro. Muchos me consideran el culpable de la creación de INVAP,

pero yo considero que el padre es Castro Madero. Sin su apoyo, no lo hubiésemos logrado.

Y como dijera anteriormente, en la empresa nos regimos por esos principios que me habían enseñado los jesuitas (y que no son más que la Doctrina Social de la Iglesia, adaptada a las circunstancias). Y no puedo decir que el grupo fundador estuviese formado únicamente por creyentes.

No voy a entrar en detalles de los vaivenes que ha pasado INVAP en los 16 años que me han tocado dirigirla ni en los 29 siguientes. Son bastante conocidos sus logros en diversos campos de la Tecnología, tanto en el país como en el exterior. Desde ya, mantiene un fuerte liderazgo en el campo de los reactores para Irradiación y producción de radioisótopos, particularmente para aplicaciones médicas.

Pero voy a referirme específicamente a un evento. Pocos días antes de su asunción como Presidente de la Nación, el Dr. Alfonsín acuerda con Castro Madero que se anuncia que Argentina había desarrollado la Tecnología de Enriquecimiento de Uranio.

Un tiempo después, siendo presidente de la CNEA la Dra. Emma Pérez Ferreyra, el gobierno de Alfonsín decide invitar al presidente de Brasil, Sarney y su gabinete para que visitaran Pilcaniyeu. Y es en ese viaje en tren, entre Bariloche y Pilcaniyeu, que nace la idea, luego materializada con los acuerdos de Foz Iguazú, de la creación del Mercosur.

Aquí nos encontramos con una clara evidencia de cómo "eventos de tipo tecnológico" conllevan a "decisiones de Estado" muy trascendentes. Es que simplemente, como dijera Sarney, si nos abren estas ins-

talaciones, ¿qué mejor demostración de confianza mutua podemos pedir?

**Ahora quisiera referirme a un sueño.** INVAP patentó por primera vez el concepto de pequeño reactor nuclear modular de potencia, (los que luego se llamarían SMR) hace ya más de 30 años. La CNEA siguió trabajando en el mismo y lo ha perfeccionado mucho y, actualmente, el primer prototipo se encuentra en avanzado estado de construcción. Desde la primera patente, en el mundo se han propuesto diferentes alternativas de SMR que son básicamente variantes, por no decir réplicas, del CAREM.

El concepto nació a raíz de una simple pregunta que planteada a los responsables del sector nuclear de INVAP. Les ruego a los lectores que se ubiquen en la época. En aquellos tiempos, la metodología que se aplicaba para bajar los costos del kW instalado era diseñar y construir centrales nucleares cada vez de mayor potencia, que, si bien requerían una mayor inversión en sistemas de seguridad, daban una mejor relación de costo de kW instalado/beneficio. Esta aproximación tenía (y aún tiene al día de hoy), dos inconvenientes básicos:

- i) El largo tiempo necesario para la construcción, durante el cual solo había inversión, sin retorno.
- ii) La necesidad o, mejor dicho, la gran dependencia de sistemas externos para asegurar la seguridad de la central.

Por ende, la pregunta fue: ¿y si nos vamos a potencias menores para ver si encontramos algún punto en que la seguridad sea casi intrínseca del reactor y compensamos el tema costos haciendo módulos que se puedan fabricar en serie en una fá-

brica, instalarse en corto tiempo y, por ende, comenzar a tener retorno ya al inicio de la inversión?

Los muchachos se pusieron a trabajar en el tema y de allí salió el concepto patentado del Carem y que -como dijera a *posteriori*- se generalizó con el nombre de SMR (*Small Modular Reactor*). En aquella época, el concepto era tan novedoso que salió en la tapa de la revista *Nuclear Engineering*.

El concepto Carem, tal como fue diseñado originalmente es mantenido en el diseño mucho más avanzado en el prototipo que la CNEA está actualmente construyendo.

**¿En qué consiste el sueño?** En que, ante el nivel de escasez de recursos actuales, la CNEA concentre el máximo posible de sus recursos humanos, que son de calidad excelente y de los pocos otros recursos que dispone, a terminar el prototipo del CAREM. Soy un convencido de que si lo logra, se le va a abrir a la Argentina un mercado interno y externo muy interesante.

Sin embargo, como es de esperar, el tema ambiental surgiría de cualquier discusión relacionada con la energía nuclear, **el siguiente sueño en este campo**, en paralelo con la terminación del CAREM, es que Argentina comience a explorar, con los recursos humanos especializados que cuenta actualmente, el tema del tratamiento de los residuos nucleares mediante técnicas de transmutación. Es un sueño que lo he expresado hace muchos años. No pierdo las esperanzas de ser escuchado.

Por supuesto INVAP ha intervenido e interviene en muchos otros campos de la tecnología, dado que precisamente su negocio es el desarrollo de tecnología aplicada a campos totalmente diferentes pero tam-

bién llevaría mucho tiempo referirme a todos ellos. Y me faltarían muchas cosas de los años posteriores a mi partida. Lo que no puedo dejar de mencionar es que ha tenido y sigue teniendo éxito en exportaciones de alta envergadura, compitiendo con los líderes mundiales. Esto, que no es único de INVAP sino de muchas otras empresas nuevas, en diferentes rubros, que están surgiendo, demuestra que la materia gris formada argentina no tiene nada que envidiarles a otros países. Bastaría que mantuviéramos reglas fijas o que se van *aggiornando* paulatinamente, acorde a los cambios del mundo, para que los capitales de inversión institucionales se animen a venir y quedarse, ya que estos son los que esperan rentabilidades razonables.

### **3.6 EL EPISODIO CÓNDOR. LA CREACIÓN DE LA CONAE**

Y ahora voy a entrar en un episodio que para los cordobeses ha sido traumático y posiblemente lo siga siendo para muchos por algún tiempo más. Me refiero al episodio Cóndor.

Podríamos dedicar bastante tiempo a relatar los vaivenes de este proyecto. Y si bien estuve comprometido con el mismo desde su nacimiento, posiblemente haya personas que consideren que tienen más autoridad que el suscrito para referirse al tema.

Para no entrar en polémicas estériles diremos que el proyecto resultó ser inaceptable para una de las mayores potencias mundiales y de ello resulta un firme pedido al gobierno argentino de que lo cerrara. Los responsables del proyecto trataron de evitar de todos los modos a su alcance que ello ocurriera, aduciendo como uno de los argumentos más relevantes que lo que se estaba desarrollando era un lanzador satelital.

Si bien el gobierno finalmente decide, por razones de Estado, cerrar el proyecto Cóndor también decide que ello no solo no debía ser interpretado como un acta de defunción de las actividades espaciales de Argentina, sino todo lo contrario y crea la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) a mediados de 1991 con la misión de diseñar y ejecutar un plan a largo plazo, el Plan Espacial Nacional. Por ende, la CONAE es uno de los entes del Sistema de Ciencia y Tecnología últimos en crearse, del que me ha tocado en suerte estar al frente desde comienzos del 1994 hasta mediados de 2018.

El Plan se diseña con un horizonte de 11 años y todas las administraciones que se han sucedido desde entonces han ido aprobando las subsiguientes versiones del mismo. Y su desarrollo lo llevamos adelante con el concepto de Cooperación Internacional Asociativa, esto es, socios en igualdad de condiciones, con las agencias espaciales más importantes del mundo y, especialmente, con la correspondiente al país que más influyera en el cierre del propio Proyecto Cóndor.

Y aquí cabe una reflexión, esto es, que aún frente a presiones externas muy fuertes, un gobierno puede tomar decisiones relevantes para el país y armar esquemas donde el enfrentamiento se convierta en cooperación. Y estamos hablando de cooperaciones a nivel de países del llamado primer mundo.

No es mi intención hablar en detalle del Plan Espacial Nacional en esta presentación. Pero sí comentarles que para su realización se requiere de la participación de un gran abanico de entes del sistema científico, tecnológico, académico y productivo del país. Es lo que suelo denominar "Un gran Proyecto Na-

cional". En Córdoba son varias las instituciones y empresas que han estado o están involucradas en su desarrollo y el actual Centro Espacial Teófilo Tabanera y el Instituto Gulich -este último es un emprendimiento conjunto entre la CONAE y la Universidad Nacional de Córdoba- son el resultado de la reconversión de las facilidades del proyecto Córdor en Falda del Carmen, (bueno, en realidad en Falda del Cañete, en Malagueño).

La primera versión del plan espacial fue presentada a fines de 1994 al gabinete completo. Se enfatizó que la ejecución del mismo estaría centrada en lo que denominábamos "ciclos de información espacial completos" y que ello iba a revertir en beneficios socioeconómicos muy relevantes para la sociedad. Y que la recuperación de la inversión sería NO como consecuencia de la venta de información, sino como consecuencia del impacto que la utilización de esa información podría tener en la productividad de algunos sectores, tales como el agropecuario, el energético, la gestión de emergencias naturales y antropogénicas, el cuidado del medio ambiente, la seguridad, la salud y otros. Que ello conllevaría a un incremento en la recaudación impositiva o un ahorro de recursos públicos.

Asimismo, como se dijera anteriormente, se trataba de un tipo de proyecto que implicaba la utilización y, desde ya, la formación de recursos humanos de muy alto nivel, tanto del sistema de Ciencia y Tecnología y Académico como en las empresas que participaren o que se formaren para participar en la ejecución de dicho Plan Espacial o para aprovechar lo producido por el mismo.

En todo momento se lo presentó con el concepto de bien público.

Y si bien el Plan tuvo una unánime aprobación por parte del presidente de la Nación y la totalidad del gabinete, nobleza obliga: el más entusiasta de todos los ministros fue el entonces ministro de economía, el cordobés Domingo Cavallo. Solo puedo atribuir a su sangre de tano calentón que un día haya mandado a los científicos a lavar los platos. Nuestra experiencia con él ha sido totalmente diferente.

Volviendo al campo espacial, desde la aprobación del primer Plan Espacial Nacional hasta la fecha, hemos podido llevar adelante algunos proyectos muy complejos, entre ellos, posiblemente el más relevante, el SIASGE, Sistema Ítalo Argentino de Satélites para Gestión de Emergencias y la Producción. Está formado por Cuatro satélites italianos que llevan como instrumento un Radar en banda X (de unos 1400 kg cada uno) y dos satélites argentinos, El SAOCOM 1A y 1B, que llevan a bordo un Radar en banda L (unos 3000 Kg cada uno). El sistema, cuando dentro de cuatro a cinco meses se lance el SAOCOM 1B, estará completo y funcionando a *full*.

La componente argentina (el SAOCOM) del SIASGE ha sido un desarrollo del que participaron la CONAE, INVAP, CNEA, VENG y prácticamente todos los entes del sistema de Ciencia y Tecnología del país, universidades y varias empresas.

En promedio se requirieron unos 900 profesionales argentinos para su desarrollo y los principales promotores o si quieren llamarlo iniciadores de la idea fueron el INTA y la Secretaria de Agricultura de la Nación y el principal destinatario es el sector agropecuario, si bien tiene innumerables aplicaciones en sectores como el energético, el minero, el pesquero, la salud, la protección

ambiental, las emergencias, la seguridad y otros.

Es decir, hubo un esfuerzo enorme en recursos y tiempos para beneficiar con tecnología de avanzada a un sector, parte del cual (no todo), está ya muy acostumbrado a aprovechar de cuanta tecnología se le presente.

No hay otro sistema equivalente al SIASGE actualmente funcionando. Y se pudo llevar adelante, a pesar de todas las dificultades, porque se mantuvo la claridad de objetivo y continuidad en la acción.

Pero hay un aspecto sobre el cual se está dedicando especial esfuerzo en CONAE y otros entes del sistema Científico, Tecnológico y Académico, tanto nacionales como provinciales: tratar que los beneficios del SIASGE se extiendan a las economías en zonas áridas y semiáridas.

Estamos convencidos que el potencial que permite el entendimiento de la interacción de la radiación con la materia, acorde a las frecuencias del espectro electromagnético empleadas y a la profundidad que ello pueda hacerse (en el caso de zonas áridas con el SAOCOM se puede alcanzar algunos metros), van a proporcionar información de carácter tal que, combinada con otras tecnologías actualmente disponibles o perfeccionables, habrán de permitir comenzar a ampliar significativamente las tierras disponibles para producciones agropecuarias actualmente fuera del alcance de esas zonas. En otras palabras, tecnología muy avanzada al servicio de regiones postergadas, que pueden tener un impacto significativo no solo en las poblaciones actuales sino incluso inducir al regreso de parte de los que se fueron buscando horizontes en las grandes urbes.



CONAE ya ha firmado con la ASI de Italia una carta de intención para la continuidad del SIASGE, segunda generación. Esperemos que las limitaciones impuestas al desarrollo de estos grandes proyectos nacionales que la actual escasez de recursos impone, sean suplidas con formas imaginativas para obtener parte de esos recursos desde otras fuentes y el sistema SIASGE mantenga la continuidad.

Sin embargo, la continuidad del SIASGE requiere que le demos una segunda mirada a la arquitectura que estamos actualmente utilizando para la construcción de los satélites de gran envergadura como el SAOCOM. Pero antes de entrar en ese tema, voy a tocar otro.

### **3.7 CONAE Y UNA SUPUESTA LOCURA QUE CONLLEVA A QUE EL PAÍS DESARROLLE LANZADORES DE CIERTA ENVERGADURA**

Hace aproximadamente un par de años ustedes habrán escuchado que una muy exitosa empresa americana tenía entre sus planes comenzar a desarrollar en el corto plazo un vehículo comercial para transporte de pasajeros, que permitiría viajar entre cualquier par de puntos en la Tierra en no más de media hora. Y la noticia fue tomada muy en serio por diversos medios y periodistas de nuestro país.

En realidad, no se trata de algo nuevo. En efecto, hace ya 20 años, un presidente argentino había anunciado esa posibilidad, al inaugurar el curso lectivo de ese año, frente a los alumnos de una escuela del norte del país. El presidente fue muy explícito ya que dijo que se podía desarrollar un vehículo para viajar de Córdoba a Japón en una hora y media. Pero entonces la noticia cayó en los medios como algo fuera de sentido y el presidente fue in-

mediatamente ridiculizado. Pero se trataba de un proyecto de NASA con una empresa americana de primera línea del campo espacial, en aquellos tiempos relacionada con la hoy FADEA, aquí en Córdoba. Cuando los medios tomaron conciencia que se trataba de un proyecto real, giró el tono de la ridiculización dejando lo técnico para centrarse en el hecho que el anuncio se hubiese hecho en una escuela perdida del interior, que no tenía ni tizas.

Sin embargo, en esos tiempos hicimos notar que ese argumento conllevaba a admitir que el país tenía ciudadanos de primera clase, como los chicos de las grandes ciudades a los que se les podía hablar de emprendimientos avanzados y ciudadanos de segunda clase, del interior profundo, a los que no.

Pero la ridiculización de ese proyecto llevó a que las autoridades del país le dieran una segunda mirada al tema del lanzador satelital y tomaran la decisión de que se buscaran caminos que, al mismo tiempo que daban seguridades internacionales de que realmente se desarrollaría un lanzador satelital para usos pacíficos, CONAE comenzara a trabajar en el tema.

Lo que es de remarcar es que las mismas autoridades que resolvieron cerrar el Cándor, firman el decreto ordenando que en la siguiente edición del Plan Espacial se incluyera el Acceso al Espacio como uno de sus objetivos primarios. En esto tuvo una participación relevante un cordobés, el entonces Vicecanciller, Dr. Cisneros.

Y hoy el desarrollo de lanzadores nacionales de la clase Tronador es una realidad en plena marcha, apoyado por todos los gobiernos que se fueron sucediendo, si bien lógicamente no se ha podido avanzar con

la velocidad que quisiéramos ya que el proyecto no se ha liberado de los altibajos que las situaciones económicas cambiantes conllevan.

### **3.8 LA ARQUITECTURA SEGMENTADA**

Volviendo ahora a la pregunta que quedó pendiente sobre si no debíamos darle una segunda mirada a la Arquitectura monolítica que se estaba aplicando para el desarrollo y construcción de grandes satélites, tipo SAOCOM, llegamos a la conclusión que precisamente la posibilidad de disponer en un plazo razonable de lanzadores de rango y porte variable (es el concepto básico del Tronador, que permite diversas configuraciones) y de la base de lanzamiento en la zona de Puerto Belgrano, (cuya construcción se ha iniciado hace algún tiempo), nos permitiría abordar una arquitectura diferente, esto es, la "Arquitectura Segmentada". Lanzar segmentos de satélites de envergadura y luego, armarlos físicamente o virtualmente en órbita, de modo que pueda dar prestaciones equivalentes a un monolítico pero con grandes ventajas, entre ellas, que se podrían reemplazar partes que fallasen sin tener que reemplazar el satélite completo.

Quiero resaltar que este concepto es diferente, si bien puede en la frontera tener similitudes, con el de "Arquitectura Distribuida" de satélites que ha llevado a la puesta en órbita de constelaciones de pequeños satélites para determinadas aplicaciones, siendo posiblemente la más emblemática la de los 7000 de SpaceX, para dar Internet en cualquier lugar del mundo. Esta proliferación de constelaciones y otras variantes, incluso educativas o de aficionados, está comenzando a traer alguna dificultad sobre la sustentabilidad de las actividades en el espacio exterior, alrededor de la Tierra, tema que

me encantaría tratar pero nos llevaría mucho tiempo por las diferentes facetas que presenta.

Tampoco voy a entrar en el tema de la "Arquitectura Distribuida" y de las constelaciones. Aquí, en la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Córdoba, en estos años, se ha desarrollado un grupo que es de primer nivel mundial en el tema. (Y posiblemente se los pueda considerar también en Segmentada, en esa zona de la frontera que les mencionara).

¿Pero por qué en mi opinión son tan importantes la Arquitectura Segmentada y el lanzador para el SAOCOM y, por ende, el SIASGE y -más aún- para ampliar el rango de frecuencias en que se podrían hacer trabajar estos satélites?

Volvamos al concepto central del Plan Espacial Nacional, esto es, desarrollar ciencia y tecnología en la frontera del conocimiento pero que pueda tener impacto directo en el desarrollo socio-económico del país. Como están dadas las cosas, a diferencia de una institución donde predomina la planificación orientativa como el CONICET o las mismas universidades y, por ende, donde el gran pilar es el desarrollo de ciencia básica, CONAE nació como una institución que se comprometió a aplicar planificación inductiva, lo que acarrea la posibilidad de que sus actividades tengan un impacto en el desarrollo socio-económicos del país a corto y mediano plazo. Eso conlleva la necesidad que, si se ha alcanzado algún logro en un área determinada mediante ciertos medios, por el ejemplo el SIASGE, ello no puede ser discontinuado en el tiempo, a causa de nuestras periódicas y ya pareciera crónicas crisis.

Volviendo al tema de la continuidad del SIASGE, pensar en conseguir

los recursos para construir de un saque (aún cuando se mantuviere la misma tecnología y diseño), satélites SAOCOM monolíticos (3000 kg) y su colocación en órbita y los costos asociados de lanzamiento y seguros, se haría muy difícil. Deberíamos distribuir la tarea en muchos años para que, sumando de a poquito los recursos disponibles, pudiésemos llegar. Para entonces, la discontinuidad en el SIASGE sería un hecho y en vez de un beneficio produciríamos un retroceso en los aspectos del desarrollo Socioeconómico en los que el SIASGE pudiese haber influido y más aún, si quisiéramos ampliar sus capacidades agregando SAR en frecuencias más bajas como la Banda P, que requiere de antenas mucho más grandes para dar información compatible con la del SIASGE actual o el futuro SIASGE II.

En cambio, si desarrollamos la Arquitectura Segmentada, -incluso en su forma más primitiva que sería dividir el SAOCOM en siete segmentos, cada uno con un panel de antena, espacializando componentes comerciales, (CONAE cuenta con facilidades completas para ello), y utilizando nuestros lanzadores, también con componentes espacializados-, podría admitirse un porcentaje mayor de fallas que en un SAOCOM de Arquitectura Monolítica. Y lo que es importante, se podrían ir colocando en órbita segmentos a medida de su disponibilidad que irían creciendo en sus capacidades con el crecimiento de su número y con un adicional muy importante ya que en su costo entre el 80% y el 85% consistiría en empleo de materia gris local.

Actualmente, CONAE está intentando aplicar criterios imaginativos para que aparezcan recursos que permitan seguir esta línea conceptual. Ojalá que se logre.

### 3 9 EL CONTEXTO INTERNACIONAL

Si bien en el área espacial Argentina ha venido desarrollando los proyectos aplicando el concepto de cooperación asociativa, esto es, socios en igualdad de condiciones, lo ha hecho con socios *ad hoc* según el proyecto.

Pero si miramos el futuro, hoy nadie niega que hay emprendimientos internacionales que, por su envergadura y riesgo tecnológico, conllevan a la necesidad de que varios países trabajen conjuntamente. En algunos casos, en acuerdos *ad hoc* para un proyecto específico y, en otros, creando entes multinacionales para generar esos proyectos.

**Y aquí vienen algunos sueños más.** En el área espacial podemos tomar el ejemplo de Europa y la Agencia Espacial Europea, la ESA, o en el área nuclear el EURATOM.

¿Por qué no podemos en nuestra región hacer algo equivalente? No es fácil, pero creo que es posible.

En el campo espacial lo estamos intentando. De hecho, Argentina ya tiene acuerdos con seis países de la Región para que se trabaje en la conformación de una agencia espacial regional. Ojalá se adhieran otros países y lo hagamos a partir de grandes proyectos conjuntos. Todos pueden aportar ya que, cuando se trata de moverse en la Sociedad del Conocimiento, lo relevante son las neuronas, y no hay diferencias entre países para ello.

Entre los primeros proyectos conjuntos podríamos considerar un satélite geostacionario destinado al clima, para América del sur.

Pero hay otras situaciones a las que debemos comenzar a prestarle atención. Un claro ejemplo son los

sistemas de posicionamiento global, comúnmente conocidos como GPS.

Volvamos a uno de los pilares de la economía de nuestro país, a saber, el sector de la agroindustria basada en lo producido en la llamada pampa húmeda y algunas otras zonas que tienen situaciones privilegiadas equivalentes. En ellas se da la combinación de ventajas comparativas naturales con la incorporación de nuevas tecnologías. Pero cuando miramos de qué se tratan esas nuevas tecnologías, nos encontramos que muchas están relacionadas con la libre disponibilidad de las señales de los sistemas disponibles de posicionamiento global basados en el espacio; básicamente el GPS americano.

Y aquí nos encontramos con algo extraño. Si bien pareciera que los EE.UU. hubieren llegado a la conclusión que el GPS, originado y controlado por el Ministerio de Defensa de ese país, ya es un bien de la humanidad al que ellos no pueden dejar de mantener funcionando, so riesgo de producir un colapso mundial, los rusos siguen con su GLO-NASS, (que podría explicarse por haber nacido ambos en plena guerra fría) pero los europeos están implementando el Galileo, que se entiende es exclusivamente para uso civil y compatible con el GPS americano; los chinos y los indios uno regional propio y los australianos han comenzado a analizar el tema con el objeto de implementar uno regional para esa zona del pacífico sur.

En todos los casos, las motivaciones pueden ser diferentes. Los europeos, porque el sistema americano no es puramente de uso civil (y eso que la mayoría de los miembros de la ESA son socios en la NATO); los rusos y los chinos por sus propias razones, tanto civiles como de defensa; los australianos, al parecer

por razones civiles, a pesar de su estrecha relación con EE.UU.

Y entonces aparece una pregunta válida. ¿Qué pasaría si por las razones que fuere, EE.UU. (o la Unión Europea) tuvieran la necesidad de engeguercer el sistema GPS (Galileo) aunque fuera temporariamente, sobre determinadas regiones, como Argentina o más países de América del Sur? Hoy tal como está planteado el tema, sería de una gravedad extrema para nuestra economía. Toda la agricultura de precisión, tan relevante en el incremento de nuestra productividad agrícola, se vería afectada. Pero en gran medida, lo mismo ocurriría con muchos otros países de la Región.

En otras palabras, toda nuestra agricultura de precisión finalmente es dependiente de la buena voluntad de terceros países incluso, en muchos casos, de países que proveen equipamiento que utilizando GPS dan la información necesaria para la Agricultura de Precisión. Lo segundo se puede resolver promoviendo iniciativas de pymes que provean esos equipos y, de hecho, los programas actualmente en vigor estimulan que ello ocurra, pero ¿y con el sistema de posicionamiento global?

Y aquí tenemos otro ejemplo de un proyecto común que podría encararse en conjunto con otros países de la región. No necesariamente el despliegue de un sistema de GPS regional en el corto plazo pero si iniciar estudios conjuntos sobre el tema, al estilo de cómo lo están analizando los australianos. (Recordemos que los indios, los chinos y los europeos, con sus propios ritmos, ya los están desplegando). Sería una forma más de comenzar a trabajar juntos los países que conformarían la agencia espacial regional, con los recursos humanos actualmente disponibles.

Y si sigo soñando aún más, tengo que remitirme al programa 2Mp de CONAE, destinado a chicos y jóvenes entre los 8 y 16 años.

Son precisamente los más pequeños, que cada vez que aparece alguna noticia sobre misiones a la Luna o interplanetarias preguntan: y nosotros, en Argentina, ¿estamos metidos? Uno podría pensar que son sueños de chicos, ya que nunca tendremos los recursos para involucrarnos. Pero una cosa es involucrarnos solos y otra es si lo hacemos como Región en conjunto.

Por no animarnos a enfrentar el futuro con ideas alocadas, nos hemos quedado atrás en muchas cosas. Y sin embargo, ¿cuántas ideas alocadas que se presentaron a la agencia ARPA en EE.UU. con el tiempo se convirtieron en realidades? Y en el transcurso de su desarrollo trajeron, por simple efecto de *spin off*, ¡beneficios incalculables a la sociedad americana!

Países como China e India, no son países que podamos decir ricos en términos de ingreso *per cápita*. Tienen porciones de sus poblaciones muy grandes aún con niveles de ingresos terriblemente bajos y, sin embargo, están en este tipo de proyectos y continuamente están pasando población hacia la zona de mejores ingresos. Por ende, no puede decirse que estos sueños alocados les traigan consecuencias indeseables.

Y ¿por qué no aplicarlo a nuestra Región en conjunto? Algunos podrán decir que, "cómo me animo a hacer estas propuestas, con el grado de pobreza que tenemos en la región, manifestada por cifras que son escalofriantes en cuanto a chicos subalimentados, incluso en Argentina". Eso es cierto pero no es porque la región no produzca alimentos suficientes, sino porque no tenemos

claro cómo son los mecanismos de redistribución de la riqueza. La experiencia demuestra que precisamente este tipo de proyectos son muy efectivos como medios para redistribuir ingresos, atento a la demanda de servicios que producen.

No es mi intención entrar a discutir de economía. Entre los lectores debe haber personas que saben mucho sobre el tema. Simplemente estoy presentando hechos concretos y sueños locos que, a mi buen entender, son realizables.

Cuando leo sobre los sueños de San Martín, sus ideas de una gran Patria en la Región, realmente siento que este tipo de propuestas, si él estuviera aquí con nosotros, las estaría apoyando con todo entusiasmo. Y estaría feliz de saber que nuestros chicos también tienen sueños grandes. No los defraudemos.