

C. N. E. A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
1	1982

EL SISTEMA EDUCATIVO ARGENTINO Y LA FORMACION DE INGENIEROS NUCLEARES

Máximo Julio ABBATE* Hugo Alberto RANZUGLIA*

El presente es un documento de trabajo, con el fin de plantear las soluciones propuestas en la enseñanza de la Ingeniería dentro de una especialidad concreta y bien definida.

Se comienza haciendo un análisis de la situación actual y como se solucionan las falencias en la formación del ingeniero por parte de las empresas e instituciones que los emplean.

Seguidamente se dan lineamientos generales de las posibles soluciones fu-

turas y como encarar en la actualidad el cambio gradual de metodología.

Finalmente se da como ejemplo concreto la enseñanza de la Ingeniería Nuclear en el Instituto Balseiro - Universidad Nacional de Cuyo; las condiciones en que se creó la carrera, su programación dinámica y cuales son los próximos pasos para dar en definitiva la metodología de la carrera de Ingeniería Nuclear para el próximo siglo, y sus condicionantes.

I. SISTEMA EDUCATIVO ACTUAL

La ingeniería es, en nuestro ámbito, una carrera tradicional, lo cual implica un esquema educativo más bien rígido que cubre un período de capacitación profesional completo. La carrera parte de una preparación básica y general proporcionada por cinco o seis años de escuela secundaria para continuar en la universidad por un período nominal de otros cinco o seis años que en general se compone de materias divididas en

* Comisión Nacional de Energía Atómica.

tres grandes grupos: básicas, ciencias de la ingeniería, y de especialización.

De acuerdo a estadísticas realizadas en algunas universidades nacionales, sólo un 50/o de los estudiantes egresan dentro del período normal de seis a siete años y entre el 80 y 90/o (depende de la universidad que se trate) egresa en más de nueve años. Se realizan también muchos cursos de posgrado que duran como promedio un año, la cual sumado a los nueve años promedio de egreso, dan diez años de estudios universitarios.

Ahora cabe la pregunta: ¿Con Ingenieros de diez años de estudio y veintiocho o treinta años de edad, cubrimos todas las necesidades del país y la industria?

Creemos que la respuesta es, lamentablemente, no, y ello porque la Universidad debe formar más que informar, y debe enviar al medio Ingenieros medianamente informados pero formados integralmente en lo que respecta a su capacidad de informarse. En las condiciones actuales, el ingeniero egresado completa su formación y capacitación por sí mismo y/o con la colaboración del empleador, en competencia con los requerimientos del trabajo diario y de la atención de sus aspiraciones personales.

Actualmente es posible ver enormes esfuerzos empresarios para completar la formación de sus ingenieros por medio de cursos y cursillos de los más diversos tipos. Esto es un hecho real, que muestra la necesidad de un período de adaptación al ejercicio profesional. Estas acciones muestran que lo que se busca en un ingeniero son su capacidad y conocimientos y no su título, es decir, que no es válida, en la práctica, la correlación entre título y alcances del mismo, sino que es una función de la persona en cuestión.

Lo anterior se vió ratificado en el Seminario previo al Simposio sobre "Formación del Ingeniero acorde con las exigencias de la empresa moderna" realizado durante el mes de setiembre de 1981 en el museo de Telecomunicaciones (ENTEL), en el cual una Comisión integrada por diversas empresas llegó a las siguientes conclusiones: "Para resolver las falencias actuales en la formación de los ingenieros para operación, ejecución y mantenimiento, las empresas recurren a los siguientes medios. Con estudiantes: prácticas rentadas, becas, escuelas de fábrica, etc. Con ingenieros recién egresados: cursos formales por convenio con Universidades o Institutos, Cursos Internos de la Empresa, Cursos en el Exterior, etc. Con ingenieros senior: actividades de actualización permanente internas o externas a la empresa en el extranjero, etc.

"Para resolver las falencias en la formación de ingenieros para diseño y proyecto, las empresas curre a la creación de centros universitarios en

donde todos los docentes actúan simultáneamente y a tiempo completo en investigación y desarrollo, (ejemplo: Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche - C.N.E.A.) y a la realización rentada de tesis doctorales en el país y/o en el extranjero.

"Para resolver las falencias en la formación de ingenieros para diseño y proyecto, las empresas recurren al traslado de los profesionales a las casas matrices, por períodos relativamente largos, a fin de que participen activamente en trabajos de proyecto. Finalmente se recurre a entrenamientos en el trabajo, en diseños y proyectos, integrando equipos con profesionales ya formados en esa área".

Cabe preguntarse, entonces, qué tipo de falencias tiene el sistema educativo del ingeniero, y en qué grado éstas, una vez identificadas, sugieren acciones que posibiliten mejorar la situación expuesta.

En primer término, deben reconocerse las reales limitaciones de las carreras de grado, que implican la imposibilidad de prever y cubrir todas las posibles especializaciones y, a veces, la inconveniencia de hacerlo cuando éstas no están bien definidas y fundamentadas. Además, la permanente competencia entre brindar una formación interdisciplinaria y específica o una orientación empresarial en lugar de técnica. Todo esto sugiere la conveniencia de delimitar áreas y de allí desprender especialidades, definidas éstas como aquellas orientaciones que se diferencian especialmente en lo informativo.

Otro problema es el significado práctico del grado, al cual se le da el alcance de una habilitación profesional general pero prácticamente sólo es un reconocimiento de conocimientos básicos que permite la obtención de un primer empleo. Esto se debe a varias causas, una de las cuales es, nuevamente, que la ingeniería actual incluye multitud y diversidad de especialidades y subespecialidades y es prácticamente imposible pretender que el ingeniero egresado pueda actuar inmediatamente con solvencia en cualquiera de ellas.

Otra observación se refiere a si el enfoque debe ser académico o práctico. No puede decirse que sean posiciones excluyentes, pero suele haber problemas de interpretación de estos términos y confundirse lo académico con lo no útil, o con tratamientos y temas obsoletos provenientes de docentes no actualizados. Tampoco debe confundirse lo práctico con el dictado de multitud de recetas para casos particulares.

Otro cuestionamiento es el aislamiento universitario, si debe existir y en qué grado. Es evidente que es necesario que la universidad mantenga

una cierta distancia con la sociedad, ya que tiene la misión de formar los profesionales del futuro, pero para que el esquema se vaya autoperfeccionando, debe existir también un adecuado balance entre lo que está requiriendo en la actualidad el ejercicio profesional y la capacidad que debe poseer el ingeniero para discutir, analizar y modificar los planes, sin lo cual no hay progreso, es decir, la universidad debe avanzar más que el medio para no terminar frenando a éste. En definitiva, el ingeniero egresado debe estar mejor preparado que lo que estaban sus profesores al egresar.

II. SISTEMA EDUCATIVO FUTURO

II.1. Perfil del ingeniero

Quizás es arrogante pretender definir al ingeniero del futuro, pero puede lograrse una aproximación al problema citando características deseables, otras no deseables y reconociendo la influencia de los factores externos que hace que esto no se agote en un trabajo de gabinete.

Varios son los puntos de vista para definir el papel del ingeniero. Por principio, su ubicación en la sociedad depende fuertemente del desenvolvimiento de ésta en mayor medida que en algunas otras profesiones. La ingeniería es una carrera netamente social, pues su función es realizar con ingenio la unión entre los recursos humanos, materiales, energéticos y económicos para un mejor desenvolvimiento de la sociedad y la industria.

En países como la Argentina es muy importante el punto de vista político nacional por la incidencia de las medidas de gobierno en casi todo tipo de actividades, o sea que el perfil del ingeniero depende en cierto modo del perfil industrial y de las grandes políticas relacionadas con el área. Por ello es necesario que el graduado posea una orientación que disminuya el riesgo de desubicación y no extremar su grado de especialización.

Por otro lado, el egresado influirá sobre las condiciones externas que rigen el mercado tendiendo a modificarlas y necesitará estar comprometido con la realidad para proponer soluciones adecuadas.

Luego, el profesional que se busca no es un simple aplicador de métodos y técnicas conocidas y sin capacidad de innovar. Por ello, se debe poner énfasis en la enseñanza básica, moderna y general, y no totalmente subordinada a las exigencias del medio, lo que exige ingenieros básicamente formados y capaces de completar su preparación y mantener su actualización.

II.2. Evolución

Dentro de la práctica de la ingeniería pueden distinguirse, en relación con los sistemas educativos futuros, dos aspectos principales:

- a) la ampliación del campo del conocimiento y los requerimientos de nuevas y mejores condiciones a los problemas prácticos.
- b) la detección de falencias o deficiencias en lo que se aplica actualmente.

Debemos pensar que los ingenieros que tendrán niveles de decisión al iniciarse el siglo XXI son los que estamos preparando ahora. Como todo cambio deberá ser necesariamente evolutivo, es necesario que los docentes, los programas de estudio y la metodología de la enseñanza se mantengan en modificación permanente sin perder de vista las necesidades inmediatas y las mediatas. En el aspecto metodológico lo ideal es que el docente no plantee al alumno problemas dados sino casos reales y haga de orientador para que el alumno busque en las bibliotecas y llegue por sí a la solución. Debemos pensar que si continuamos con la actual metodología, en el siglo XXI puede ocurrir que los programas de ingeniería tengan ocho años de duración en lugar de seis, y consecuentemente tengamos los mismos ingenieros de hoy, con mayor información y medianamente formados pero entre los treinta y cinco y cuarenta años de edad.

Por ello, entendemos que la solución no es agregar materias a medida que aparecen nuevos temas o mayor especialización (lo que obligaría a dividir una materia en dos) sino que las programaciones sean dinámicas y modificables. Agregar, quitar, cortar, adecuar los programas y crear las especialidades necesarias cuando hagan falta, con un estudio y análisis cuidadoso de los alcances e incumbencias, debe ser la guía en todo momento.

No debe ser una guerra entre especialidades, sino una cuestión moral y de obligación de todos frente al país.

II.3. Las instituciones de enseñanza para el siglo XXI

La necesidad de adecuación de las universidades a las pautas de desarrollo que priven en el siglo XXI, parece no dejar ninguna duda.

Creemos que las universidades deberán formular planes de estudio que contemplen los tres diferentes tipos de ingenieros a saber.

- a) Operación y ejecución.
- b) Diseño y proyecto.
- c) Investigadores y/o creadores.

Se deberá pensar también en dar capacitación para que el ingeniero integre grupos interdisci-

plinarios y multiespecializados.

Los docentes y la Universidad deberán desarrollar en el educando capacidades de razonamiento autónomo y de síntesis, capacidad experimental y espíritu crítico. Las carreras se dividirán en ciclo básico, profesional y de especialización, tal como ocurre hoy, pero esto no se hará aumentando materias y años de estudio sino cambiando la metodología de la enseñanza desde el primer año. Como ya se dijo, es esencial evitar la práctica con problemas dados, y en cambio plantear problemas reales que obliguen al estudio, al análisis y a la búsqueda bibliográfica tal como se presentan en la vida profesional.

En cada año debe dejarse un tiempo adecuado para la realización de estos trabajos, que deberían equivaler a un cierto número de horas en materias que actualmente se dictan en clases magistrales.

Se deben implementar también los doctorados en ingeniería, que serán la etapa final y definitiva para la formación del investigador. Es deseable que estos programas de doctorado contemplen las necesidades del país.

Una sugerencia que nos permitimos hacer es crear áreas optativas de trabajo en cada carrera y materias del mismo tipo que permitan satisfacer las ambiciones y necesidades de cada estudiante. Esto no implica aumento de materias, sino adecuación de los planes para permitir que un cierto porcentaje de materias luego de la formación básica indispensable sea optativo.

Las materias optativas deben contemplar la formación humanista del ingeniero como miembro de una sociedad activa y cambiante y también su formación como administrador de recursos humanos, técnicos y económicos, desarrollando su capacidad para planificar y controlar estos recursos.

Los cursos de posgrado son simplemente elementos para atender necesidades muy específicas de especialización orientados a ingenieros de operación, ejecución y proyecto, pero no pueden comprender al ingeniero investigador. Este debe formarse con la carrera de doctorado, que tiene otro objetivo y otra duración, pues tiende a desarrollar la capacidad de búsqueda y el estudio de las pautas del conocimiento.

Debe tenerse en cuenta la enseñanza continuada, el reciclaje y la posibilidad de permitir que cualquier egresado de ingeniería curse una determinada materia en forma libre y accesible a fin de cubrir parte de las necesidades de aprender, informarse, actualizarse o especializarse, como si fuera un curso de posgrado.

Debemos ser conscientes que la misión de la Universidad es transmitir cultura, impartir en-

señanza superior y hacer ciencia. En la ingeniería, esto es darle al egresado los elementos necesarios para que, teniendo buena base científica-analítica, pueda resolver problemas como integrante de una sociedad y de grupos multidisciplinarios, y pueda comunicarse con el resto de la sociedad de acuerdo al papel que le toca cumplir.

Si se toma el concepto de que la Universidad debe enseñar a razonar, más que a acumular nuevos conocimientos (formar más que informar, el cómo y no el qué), el método de enseñanza debe ser científico y servir para utilizar los conocimientos.

Si no hay espíritu crítico ni científico en la enseñanza, y no se desarrolla la vocación y satisfacen las aspiraciones personales del estudiante, éste se convierte en una suerte de autómatas repetidor de conocimientos mal asimilados que se olvidan fácilmente o se aplican mal.

En cambio, cuando prima el espíritu crítico, se garantiza la mejor adquisición posible de los métodos de razonamiento y se enseña a aplicarlos con la mayor inteligencia y criterio posible.

Por ello, las programaciones dinámicas y elásticas permitirán al estudiante ir descubriendo y fomentando su vocación.

II.4. Formación de docentes y actividades de post-grado.

Todo lo expresado anteriormente lleva implícito que los docentes deberán cambiar continuamente sus métodos y adecuarlos a las exigencias del futuro. Esto hace que la causa docente sea también dinámica y acorde a todas las modificaciones en la enseñanza que se proponen.

En el futuro inmediato debemos aprovechar en parte la característica tan peculiar en nuestro país de que el docente tiene en general una dedicación simple para que la experiencia profesional se vea volcada a la Universidad en lo que a planes, metodología y programas de estudio se refiere.

A su vez, debemos ir creando mayor dedicación en los docentes para lograr una gran mayoría de docentes-investigadores de dedicación completa y llevar adelante centros de excelencia en cada especialidad en los diversos lugares del país, de modo que el estudiante disponga del docente padrino y orientador en cada materia o trabajo que se curse o elabore.

Con ello tendremos la capacidad permanente de poder producir la cantidad y calidad de ingenieros que se necesiten. Podremos orientar permanentemente al estudiante y a su vez se podrán modificar los planes y programas acordes con las necesidades.

Creemos que la Universidad debe seguir siendo el centro de coordinación de los esfuerzos y comandar las relaciones con el estado y el medio, pero es necesario que evolucione en su papel de manera tal que pueda proporcionar otros productos, además de los cursos de grado y postgrado, como asesoramiento y servicio, todo lo cual debe ser una medida de su capacidad y nivel.

Esta interacción bidireccional no es simple por la diferencia de mentalidad respecto de la empresa, pero pueden acortarse bastante las distancias por medio del trabajo por proyectos.

Además de los detalles que pudieran darse respecto de un mejoramiento de la enseñanza, el iniciar decididamente actividades de postgrado en la Universidad, trae aparejado una serie de beneficios que contribuyen a iniciar la solución de gran parte de los problemas actuales.

Puede decirse sin temor a equivocarse, que la formación de los docentes es mucho más difícil que la de los profesionales. La dificultad principal es que, mientras los docentes fijan las reglas para los estudiantes, para los docentes deberán fijarlas ellos mismos, y el problema está en que a ese nivel es fácil encontrar gran diversidad de opiniones igualmente válidas o, por lo menos, no simplemente rebatibles. Luego, hay que ceñirse a ciertas reglas y conceptos casi universales para llevar el problema al terreno de lo práctico, aplicable y realizable. Lo primero es que no es posible legislar ni regular sobre actividades extrauniversitarias. Lo segundo, es que conviene extremar la plena y responsable aplicación de dichas reglas, que implican:

- detección temprana de las vocaciones docentes.
- identificación de las actividades docentes con las de investigación.

La investigación sana debe permitir actualizarse, crear y resolver problemas. No obstante esto, a veces es una extrapolación de las ciencias exactas que tiene grandes dificultades de aplicación práctica en ciertas ramas de la ingeniería, en las cuales es indispensable la actuación en proyectos reales. Como ya se dijo, algo muy conveniente para la formación docente sería la rotación de profesionales entre la Universidad y la Industria, lo que no es habitual. Debe tenerse en cuenta que una carrera docente fundada exclusivamente en recorrer los distintos escalones jerárquicos no es aplicable en todas las disciplinas.

Todo lo anterior no tendría valor si no nos aventuráramos a hablar de la implementación práctica.

Normalmente se plantea aquí la disyuntiva de si debe comenzarse por toda una organización e infraestructura adecuada o desde el otro extremo, comenzar a trabajar e ir organizando y cons-

truyendo lo necesario. Creemos que no existe una respuesta para el caso general. Puede aplicarse el primer método, pero siempre es aplicable el segundo camino, especialmente en las condiciones normales y actuales de presupuesto y plantel. Es decir, se puede comenzar por analizar qué cursos pueden suprimirse de los planes de grado y cuáles modificarse a fin de lograr una mejor formación general por un lado y dar espacio a los cursos optativos y a los trabajos de tesis de grado por el otro. Comenzar con estos trabajos de tesis no es sencillo, ya que esto sólo es posible cuando se ha llegado a trabajar al nivel apropiado. Lo que puede hacerse desde el principio es iniciar el proceso con la elección de temas que no requieran mayores inversiones y/o que incluyan la creación de infraestructura y elementos de trabajo. Si no subestimamos a nuestros alumnos, este sistema se realimentará rápidamente y en poco tiempo tendremos más temas e ideas de los que podamos abarcar con los cursos subsiguientes. El proceso anterior es apto también para generar problemas a ser tratados en el cuarto nivel y naturalmente nos encontraremos bajando en éste.

Hay formas de acelerar este proceso, las cuales, manejadas adecuadamente, pueden dar buenos resultados. Puede contarse con la colaboración de expertos nacionales y/o extranjeros, lo que será beneficioso siempre y cuando hayan sido bien seleccionados y se les proporcione una clara orientación de cuál será su labor; y formar personal en el extranjero, también potencialmente útil para lo anterior pero que encierra ciertos riesgos. En efecto, a la luz de la experiencia propia y de la disponible en el medio se observa que, en proporción con la cantidad de ingenieros activos en investigación y docencia que han hecho cursos en el exterior, tenemos pocas actividades de postgrado.

Creemos que en cierta medida, se necesita una mayor y mejor orientación para estos becarios. Hemos conocido muchos casos con algunos de los siguientes problemas:

- falta de seguimiento de la beca;
- cursos de bajo nivel y/o que podrían haberse realizado en el país;
- falta de un mínimo de experiencia previa que le facilite adaptar lo aprendido a las posibilidades reales;
- mala elección de los temas, lo cual, muchas veces implica la desubicación al regreso;
- confusión de los objetivos de las becas;
- mala elección del lugar y/o del candidato;
- falta de previsiones para el regreso;

Y quizás otros más.

Un proceso evolutivo como el que se ha deli-

neado llevará a lograr más de un centro de los llamados "de excelencia" en base a nuestras facultades actuales. Pero no debe caerse en la simplificación de inventarlos mediante una disposición. Los centros de alto nivel mundial lo son por su esfuerzo y resultados y no por alguna suerte de elección y designación.

Se ha hablado de acortamiento de la carrera de grado con la premisa que los cursos de postgrado de capacitación servirán de interfase entre la Universidad y el trabajo efectivo, como lo son ahora en muchos casos. Esto nos lleva a un problema difícil y trascendente como es el de los alcances del título. No queremos incursionar profundamente en esto, pero a priori, parece razonable pensar que los alcances de un profesional no deberían ser totalmente correspondientes con su título de grado sino que debería existir la posibilidad de incrementarlos en base a la preparación post-universitaria adquirida, la experiencia acumulada y los trabajos realizados.

III. LA CARRERA DE INGENIERIA NUCLEAR EN EL INSTITUTO BALSEIRO - CENTRO ATOMICO BARILOCHE -

Se desea ahora mostrar, a modo de ejemplo, una experiencia reciente en lo referente a la formación de ingenieros que es la de creación, organización e implementación de la carrera de Ingeniería Nuclear en el Instituto Balseiro.

Analizando este caso particular podrá verse cómo fueron tenidos en cuenta muchos de los detalles y recomendaciones que se han mencionado en este trabajo. Se considera que la metodología utilizada es aplicable a otras instituciones de enseñanza.

III.1. Creación de la carrera

Desde hace varios años la actividad nuclear se venía incrementando en nuestro país y una clara política nuclear se fue delineando, de la cual resultó la necesidad de formar recursos humanos capacitados para poder llevar adelante los proyectos planeados.

Analizando el problema se pudo observar la falta de una carrera formal que brindara profesionales orientados hacia temas específicamente nucleares con una concepción integral de este tipo de instalaciones. Su tarea sería complementada con la de ingenieros de otras especialidades que también son necesarios pero que pueden obtenerse de cursos existentes, más un adecuado período de capacitación.

De ello resultó aconsejable la creación de esta rama de la ingeniería en nuestro país, la cual ya

existía en otros más desarrollados.

La planificación se inició a fines de 1975, y en abril de 1977, previa aprobación del Ministerio de Cultura y Educación, se modificó el convenio existente entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Universidad Nacional de Cuyo, a fin de incorporar esta carrera al Instituto Balseiro, conjuntamente con la ya existente Licenciatura en Física. El 1º de agosto de 1977 ingresaron los primeros alumnos y el 26 de junio de 1981 egresó la primera promoción.

Cabe destacar que desde un primer momento se previeron actividades del cuarto nivel, reglamentándose la carrera de doctorado respectivo. Además, se definieron las incumbencias profesionales de esta rama y los alcances del título, en forma compatible con la de otras especialidades, en el seno de la comisión de alcances e incumbencias formadas por los Decanos de las Facultades de Ingeniería de Universidades Nacionales.

Tenemos así una carrera fundada para responder a requerimientos nacionales concretos, definida a raíz de una necesidad que abarca temas no contemplados en otras y apoyada por la Institución principalmente interesada.

III.2. Nivel y orientación de la carrera.

Considerando que se estaba en busca de un profesional con una formación adecuadamente orientada y que la carrera estaba suficientemente justificada, se decidió que lo más conveniente era organizarla a nivel de grado, con lo cual se obtenía un ingeniero más joven y se lograba más pronto una formación mejor definida. Como la orientación debía ser eminentemente nuclear, se seleccionaron cuidadosamente los temas principales a ser estudiados, los cuales se centraron en cálculo y análisis de reactores; instrumentación y control; seguridad y radioprotección; problemas térmicos de reactores, materiales y combustibles nucleares.

III.3. Metodología y plan de estudios.

La premisa fundamental fue el brindar una sólida formación básica general.

No se definieron sub-especialidades, por cuanto las necesidades previsibles no las justificaban pero podrían incluirse en el futuro.

En cuanto a la metodología se adoptó la de la Carrera de Física del Instituto Balseiro, cuyas características generales y principales son:

- énfasis en las materias básicas;
- mayor nivel posible;
- gran cantidad de tiempo dedicado a proble-

- mas, trabajos prácticos y de laboratorio;
- personal docente actualizado e investigador activo;
- realización de una tesis de ingeniero o trabajo especial;
- flexibilidad en los planes de estudio;

Además de estos aspectos, que pueden valer también para otras instituciones, el Instituto tiene algunas características propias que contribuyen fuertemente al mejoramiento permanente de su nivel y rendimiento, como ser:

- alumnos con dedicación exclusiva permitida por becas;
- alta proporción de docentes a alumnos, facilitada porque los docentes además realizan otras tareas y producen otros resultados;
- alto nivel de exigencias;
- ingreso seleccionado.

El Instituto no dicta los dos años del ciclo básico, los cuales deben ser cursados por los postulantes en otras facultades. Esto, obviamente, facilita la selección y disminuye las deserciones y eliminaciones lo cual es importantísimo en un sistema becado.

Por tratarse de una carrera nueva, o sea, al no contarse con experiencia directa propia, hubo que imitar y adaptar.

En lo referente a la definición detallada del plan de estudios, se analizaron primeramente los de muchas otras carreras, concluyéndose que poseían algunas características generales y otras dependientes de las necesidades y posibilidades de cada país y lugar. Sobre esta base se estructuró un plan tendiente a formar profesionales aptos para los requerimientos actuales y futuros previsibles en este campo en nuestro país, que conocieran debidamente las fronteras de los distintos temas, es decir, comprometidos con nuestra realidad y preparados para perfeccionarla.

III.4. Implementación.

Las condiciones iniciales para la implementación fueron comenzar las actividades cuanto antes y obtener la más alta calidad y la mayor economía.

Para cumplir con ello se decidió organizar la carrera en el Instituto Balseiro, por cuanto se disponía de un adecuado ambiente académico, de parte del personal docente, de algunas instalaciones para alojamientos y laboratorios básicos, y de algunos grupos de trabajo en temas afines.

En base al plan de estudios óptimo se redactó el posible en ese momento, el cual implicaba que los primeros tres semestres eran comunes con la carrera de física, modificando levemente

las materias.

Esto permitió no retardar la iniciación de las actividades y contar con más tiempo para preparar las materias especializadas.

Cabe destacar que también en otras universidades esta carrera nació asociada a otras.

Al cabo de dos años se pudo reducir este período a dos semestres, logrando una mejor distribución y correlación de materias, y a medida que se vaya completando el plantel docente se irán realizando nuevas correcciones que incluyen la incorporación de materias optativas.

El problema de personal docente se solucionó mediante la colaboración y contratación de expertos argentinos y extranjeros no pertenecientes al Instituto, para la organización y dictado de los cursos, la dirección de trabajos especiales, la preparación de futuros docentes, la definición y diseño de los laboratorios y el indispensable contacto con los problemas reales y actuales de este campo. Desde un principio se comenzó con la organización de los grupos de trabajo asociados a cada uno de los temas principales que ya se han citado. Así se fue incorporando personal especializado y montando los laboratorios siguiendo tres etapas, la primera para cubrir las necesidades de las materias afines, la segunda para posibilitar la realización de los trabajos especiales por los alumnos y la tercera para iniciar actividades de investigación.

Hoy, después de seis años, estos laboratorios han llegado a su tercera etapa con la colaboración de los alumnos que realizan su trabajo especial.

Estos trabajos especiales se iniciaron ya con la primera promoción. Tienen un peso equivalente a seis materias y se extienden a lo largo de los últimos tres semestres. Debemos mencionar aquí que se obtuvieron muy buenos resultados.

Se redactaron distintos manuales para el nuevo reactor nuclear RA-6 destinado a la enseñanza, se confeccionaron varios programas de cálculo para diversos fines y se modificaron otros, se estudiaron problemas concretos, tales como exposición a la radiación en inmediaciones del citado reactor, detalles de diseño de grandes estudio y desarrollo de modernas teorías de control, medición de parámetros neutrónicas, etc.

Por último debemos destacar que las expectativas respecto a haber solucionado el problema de la rápida absorción de los egresados quedaron satisfechas. La primera promoción de quince Ingenieros Nucleares Argentinos se integró naturalmente a los distintos grupos que operan en el país comenzando su trabajo en forma inmediata.

SERVICIO I.A. 70