



Fundación Bariloche

¿ QUE HACER POR LA FISICA EN LA ARGENTINA ?

Fidel Alsina

Fundación Bariloche
C.C. 138 T.E. 8017
San C. de Bariloche
Pcia. de Río Negro
ARGENTINA

Marzo 1968

I N D I C E

PROPOSITO	1
1.- INTRODUCCION	2
2.- EL PROBLEMA	4
2.1 La componente argentina	4
2.2. La componente física	7
3.- DRAMATIS PERSONAE	11
3.1. Institutos que forman físicos	11
3.2. Los físicos formados	13
3.3. Los empleadores	17
3.4. La industria	20
4.- UN VISTAZO GENERAL	25
5.- QUE HACER?	28
5.1. Qué hacer por la enseñanza ?	28
5.2. Qué hacer por la investigación costeada por el Fisco?	30
5.3. Qué institución podría crearse ?	31
5.4. Qué puede hacer una Fundación privada?	33

PROPOSITO

La pregunta que me sirve de título me fue hecha, en esos términos, por la Fundación Bariloche. La respuesta que le doy está en la página 28, y siguientes.

Todas las páginas anteriores no son mas que una recorrida previa que tuve que hacer por mis propios recuerdos e impresiones para saber yo mismo lo que pensaba. No consulté fichas ni manuales, de manera que todas las cifras son aproximadas; una encuesta minuciosa es tan simple como larga de hacer, así que preferí diagnosticar y prescribir de inmediato, mientras tengo a la vista el paciente.

Lo que encontré me llena de alegría. A pesar de lo que parece a primera vista, el problema de la física en la Argentina está en vía automática de resolución, y en solamente treinta años más habrá desaparecido.

No hay nada que temer, pues, por el país, por su ciencia, ni por su industria. Todo lo arreglará la generación próxima.

Este trabajo contiene, por lo tanto, solamente unas pocas sugerencias, para aquellos de la generación actual que se preocupen por la opinión que la próxima tendrá de ellos.

F. Alsina

Buenos Aires, 6 al 30 de enero, 1968.

1.- INTRODUCCION

- 1.- La física es una ciencia básica; su objetivo es el estudio de la materia. En profundidad, está situada entre la cosmogonía y la biología, pues excluye tanto las "causas" de la materia como sus "finalidades". En extensión, llega hasta donde comienzan ciencias y técnicas que en ella se originan, como la química o la ingeniería.

La historia y la costumbre demarcan estas borrosas fronteras, ni nítidas ni fijas, pero suficientes aquí.

- 2.- El contenido de la física es patrimonio humano. Quienes encuentran un conocimiento nuevo pueden - a veces - reservarlo un tiempo; pero unas pocas décadas lo difunden. En cualquier país se concluye por saber lo que se encontró en cualquier otro, y el aprovechamiento útil está entonces condicionado por las creencias, necesidades, o posibilidades, de cada país. (La radiotelefonía y la fisión nuclear trataron de mantenerse "secretas", por ejemplo).

- 3.- En los tres siglos de su existencia, la física siempre ha sido alentada y sostenida por gobiernos o gobernantes. Las carreras de hombres como Galileo, Newton, Einstein, Fermi, fueron costeadas con fondos oficiales en su mayor parte, y lo mismo que ocurrió con la física nuclear, ocurre ahora con la "física del espacio".

En los comienzos, el mecanismo de un poderoso era suficiente protección; cuando de los conocimientos fueron surgiendo técnicas hubo otras necesidades y surgieron otros recursos.

La física invadió el campo económico - hace más de un siglo, con la revolución industrial; más recientemente el político, con la "era nuclear" y la "era del espacio". Ningún mecenas puede hoy respaldar toda la física actual, y al mismo tiempo, ningún gobierno puede dejar de apoyar alguna de sus ramas.

- 4.- La física de hoy originó y mantiene la presente especial "guerra del espacio", incruenta pero tan difícil y costosa como cualquier otra guerra. Concluyó la segunda guerra mundial y condicionó la política internacional desde entonces, con la energía nuclear. Influyó e influye en la economía, nacional e internacional, a través de la industria. Y sigue siendo un campo de búsqueda de la verdad desinteresada.

El costo de mantenimiento de una de estas actividades va, desde miles de millones de dólares en los primeros ejemplos, con ejércitos - militares y civiles - de personal a su servicio, hasta algunos miles de pesos en manos de un corto grupo de investigadores, en algunos ángulos del último.

- 5.- El problema de "la física en la Argentina" consiste - como para cualquier otro país - en analizar en qué medida el patrimonio universal de conocimientos físicos ha contribuido, contribuye, o habrá de contribuir, al quehacer nacional. Y en que medida el esfuerzo nacional ha acrecentado, o puede acrecentar, el acervo universal de conocimientos.
- 6.- Hace unos diez años, comenzó en Argentina un proceso de emigración de físicos profesionales de formación argentina, que se transformó en un éxodo masivo en 1966.

Ahora vivimos una etapa de crisis, de gran importancia académica y de resonancia internacional. Objetivamente sin embargo, la importancia económica y social de esta crisis no es muy grande, fuera del círculo profesional directamente afectado. Parece, precisamente, una excelente ocasión para analizar el problema tanto en sus causas como en su proyección al futuro. Una crisis similar a la actual, pero dentro de varios años, tendría seguramente tanta importancia social y económica como académica, y es a contribuir a evitarla que se dirige el presente trabajo.

Como veremos, ni se trata de un problema local y momentáneo, ni hay soluciones brillantes y breves; nos encontramos frente a una etapa aguda de un proceso de tipo natural, y es necesario modificar suavemente y a fondo.

2.- EL PROBLEMA

2.1.- La componente argentina

- 1.- Hacia 1816 existían ya la pila de Volta y la máquina de vapor, que pronto originarían la electro- y la termo-dinámica. Euler y Lagrange habían concluido sus obras, y Gauss y Laplace tenían adelantadas las suyas.

Esas noticias llegaban al Plata en los mismos buques que traían información política y militar sobre "la situación" europea. Sin embargo, no hay rastro de que nadie, particular o funcionario, haya probado manualmente a hacer una pila o un barómetro, o haya tratado de aliviar el trabajo manual de otros construyendo una máquina de vapor.

- 2.- La Independencia reemplazó un gobierno en Madrid por otro en Buenos Aires. El país se estructuró de modo que Buenos Aires recogiera toda la producción de materias primas y las encauzara a Europa, recibiendo y administrando los fondos. Importar máquinas europeas - o construirlas aquí - para desarrollar la industria textil catamarqueña, por ejemplo, no podía ser tomado en cuenta; era el comercio, no la industria, lo que había de interesar durante mucho tiempo.

Privada así del acicate económico, la ciencia argentina tampoco conoció el acicate de la política o el de la guerra; nadie pensó en fundar una Escuela Politécnica ni en incorporar sabios a los ejércitos, como hacía el político y militar Napoleón.

El nivel físicomatemático argentino de 1816, del mismo orden que el español de la época, no se vió básicamente alterado por el cambio de gobierno inicial, ni por los siguientes. En los anaqueles de las casas cultas había, ciertamente, libros de ciencia; pero eso era todo.

- 3.- El único sistema de gobierno en el que se tenía experiencia directa era el monárquico; al no poder instaurarse una monarquía autónoma, fue necesario improvisar. En los 150 años de gobierno independiente - unas 6 generaciones - hubo 30 de cambios, 20 de dictadura feudal, 60 de "oligarquía paternalista", 15 de política de tipo popular; los últimos decenios corresponden, en grandes líneas, a la decisión militar de ocuparse directamente de la conducción del país.

La vida cultural argentina creció, junto con el aumento de población de origen inmigratorio y las primeras industrias, durante la época llamada "paternalista". Hacia 1910, y por varios años aún, Argentina era uno de los países de mayor desarrollo y Buenos Aires una de las mas grandes capitales del mundo.

Esa situación no fue mantenida por mucho tiempo, sin embargo. En un mundo en rápida evolución de postguerra Argentina mantuvo un compás lento, y está de hecho considerada como un país "en vías de desarrollo"; es difícil el juicio a corta distancia, pero parece encontrarse en una etapa de resurgimiento desde hace algo como un lustro.

Esta etapa está signada como francamente industrial, y se caracteriza por un gran aumento en la producción y comercialización de los bienes de consumo.

4.- La física argentina tuvo sus primeros profesionales al comienzo del siglo actual, formados por profesores extranjeros contratados. Durante los primeros cincuenta años el grupo fue muy pequeño (quizás unos 15 en total hacia 1950, para un país de 20 millones); el país era agropecuario, y sus físicos se dedicaban, sobre todo, a la enseñanza elemental. Algunos realizaron y publicaron contribuciones de repercusión en el extranjero, pero para haber obtenido repercusión en Argentina se hubiera necesitado disponer de un nuevo Galileo.

5.- El prestigio creciente de la física, iba sin embargo poblando cada vez más las escuelas. La tarea principal era tratar de asimilar los nuevos conocimientos, sobre todos los que habían sido retenidos sin publicar durante la época de guerra; la avidez de asimilar no daba tiempo a pensar si serían conocimientos desarrollables y usables aquí.

Poco después, hacia 1953, aparecieron los primeros laboratorios de física moderna en Buenos Aires, y por una parte la fascinación de la "era nuclear" y por otra la creación del título de "Licenciado", más accesible que el exclusivo y difícil "Doctorado", hicieron que hacia 1960 el número total de profesionales alcanzara a unos 50.

6.- La etapa de desarrollo del país que ahora vivimos - que es francamente industrial, como se dijo - podría haber sido muy adecuada

para interesar, por lo menos en principio, a los físicos; pero el esfuerzo de aprender comenzó a dar frutos inesperados, pues los físicos argentinos, ahora de "nivel internacional", no siempre encuentran marco adecuado para aplicar aquí lo que saben.

Una enorme mayoría de los físicos son argentinos en primera o segunda generación (como casi toda la clase media del país); y tienden a emigrar, como sus padres tendieron a emigrar. La actual "emigración argentina" podrá ser considerada socialmente como emigración europea hacia Estados Unidos, con escala de una generación en Argentina, para mejorar su status cultural.

7.- En resumen:

El desarrollo político-económico de Argentina ha sido determinado por sus gobiernos, mientras el de la física en Argentina ha sido determinado por la física y los físicos internacionales. El establecimiento de un puente entre la física y el quehacer argentino debe tomar en cuenta que hay que alterar líneas demarcadas por costumbres muy hondas, y que las costumbres no se cambian por razones, sino por generaciones.

2.2.- La componente física

- 1.- Resumamos ahora la marcha de la física internacional, que condicionó la marcha local.

Como dijimos, de la época de la Independencia datan las experiencias básicas de la electro- y la termo-dinámica. El desarrollo posterior siguió una curva exponencial positiva, y al concluir el siglo 19 se disponía de comunicaciones y energía, y se había entrado en plena "Revolución industrial".

Es obvio que sólo los países que ya eran industriales podían aprovechar los nuevos métodos de desarrollo, y fueron los que aumentaron en nivel de vida y poderío. El resto del mundo (con la mayoría de la población mundial), por el solo hecho de seguir su marcha histórica sin mayor modificación, pasó a ser "sub-desarrollado".

Ya en ese período, antes de 1900, la industria exitosa se habituó a destinar parte de sus ganancias a asegurar ganancias futuras. Entre sus varios métodos para lograrlo, el único que interesa aquí fue la promoción de la búsqueda de conocimientos nuevos.

La industria realmente grande pudo destinar fondos a explorar caminos nuevos, con vistas a obtener patentes en el futuro; pero en general tan remotamente vinculados con los problemas del momento, que los investigadores contratados podían gozar de gran libertad de investigación.

- 2.- La industria, con la ciencia, son actividades típicas de la ciudad, no del campo. Es el conglomerado urbano el que puede nutrirlas y puede emplearlas. En el órgano social que es una urbe, los técnicos cumplen una misión de tipo simbiótico, como cualquier grupo de células de un ser vivo complejo; el crecimiento enorme de las modernas ciudades a expensas del campo, puede tomarse como un aspecto último de la evolución biológica.

Bien entendido, esto no significa que la industria o la ciencia hayan de radicarse precisamente dentro de los límites urbanos, si el apoyo logístico puede asegurarse aún fuera.

Pero - pasando a mirar Argentina - no hubo aquí desde el primer momento, y hasta hace muy poco, mas que una sola ciudad de real

importancia; la tenue población del país no tenía mas que un foco donde desarrollar la técnica, y ese foco estaba mas atento a su gran puerto que al inmenso país.

3.- En el decurso del siglo que corre, las oportunidades de enraizar la física en un país que históricamente carezca de ella, se hacen más difíciles. En este siglo, después de saturar la gran industria, la física desbordó y pasó a ocuparse de temas cada vez más abstrusos y remotos:

- 1) Física experimental que requiere instalaciones que ninguna universidad ni industria pueden costear, y que a veces requieran un país entero, o un grupo de países, para su mantenimiento económico y científico.
- 2) Física "abstracta" hecha por individuos o por pequeños grupos, costeable en principio por cualquier país, pero cuyos dividendos para las finanzas del país que la costea son - por lo menos a corto plazo - estrictamente nulos.

4.- No hay indicios de que los próximos decenios alteren esta situación. La física ha de seguir siendo cada vez mas interesante como noticia, cada vez más difícil como actividad y costosa como empresa.

Durante esos decenios, los Estados Unidos, por ejemplo, seguirán siendo el país del "mundo occidental" que mejor aprovecha la física y mejor cuida a sus físicos. La industria europea, respaldada por una cultura milenaria, no puede competir con la estadounidense, respaldada por su calidad y abrillantada por su propaganda. Y las sumas que la industria dedica a la investigación son proporcionales a sus ingresos, y las que dedica el gobierno proporcionales también al volumen de la industria en general.

El resultado es que todos los físicos del mundo occidental que puedan considerarse poseedores de conocimientos de nivel internacional, son atraídos hacia los Estados Unidos por su propia vocación de físicos en busca de horizontes.

5.- Si dos conglomerados humanos de distinto nivel social se ponen

en comunicación, suele establecerse una corriente migratoria desde el de nivel menor hacia el de nivel mayor: el campesino emigra hacia la ciudad, la ciudad pequeña alimenta a la ciudad grande, los institutos e industrias pequeñas pierden lo mejor de su personal en beneficio de los institutos o industrias ricos. Es la ley de "vasos comunicantes" de la vida, opuesta a la que sigue el agua, pues se trata de hacer mínima la entropía, no la energía potencial.

Los físicos argentinos alcanzan "preparación de nivel internacional" y eso es lo que automáticamente tiende a desarraigarlos de su propio país. Lo mismo ocurre a los físicos ingleses, por ejemplo, que suelen emigrar dejando detrás hogares antiquísimos, política estable, y uno de los ambientes científicos más antiguos e importantes del mundo.

- 6.- El predominio industrial estadounidense ejerce también otro tipo de influencia, mas general, y que también experimentan los científicos. Todo el mundo (literalmente) bebe hoy bebidas "gaseosas" ideadas o promovidas por Estados Unidos, toma medicamentos, adquiere cosméticos, escucha música, y ve televisión de origen estadounidense. Las industrias locales de muchos países (incluyendo Francia y el nuestro) siguen la ley general de la evolución prefiriendo pasar a ser subsidiarias de una gran empresa, que costee la publicidad y corra los riesgos.

Los jóvenes físicos de un país cualquiera, como casi todos los jóvenes, suelen estar educados por Superman y Batman, criados por Quaker y Nestlé, mimados con Coca-Cola; de niños leen tiras "cómic" y de mozos "Selecciones". Sus recuerdos de infancia los vinculan a los Estados Unidos con toda naturalidad.

Añadamos específicamente que cuando sean estudiantes usarán casi siempre los mismos textos que se usan en Estados Unidos, en instituciones que de una u otra forma reciben ayuda técnica o económica de los Estados Unidos. Una eventual mudanza a ese país implica solamente eliminar intermediarios.

(Quizá sea prudente aclarar que estamos describiendo un proceso evolutivo de tipo biológico, hasta cierto punto opuesto a los intereses de los propios Estados Unidos. Las medidas para oponerse a la migración de jóvenes becarios hacia EE.UU., provienen

precisamente de ese país).

- 7.- El desarrollo de la física internacional fue determinado, pues, inicialmente por el mecanismo, después por las conveniencias políticas, industriales, y militares. Siempre es posible pensar que la marcha histórica se desvíe, pues un desarrollo exponencial positivo no puede ser infinito; además, no es la única causal histórica.

Sin necesidad de pensar en cataclismos, cósmicos o humanos, siempre es posible suponer que en los países que no figuran actualmente en primera línea se desarrolle un nuevo recurso, superior a la actual ciencia y técnica, que permita el avance sin recurrir precisamente a la física tal y como existe.

- 8.- Quien trate de vincular una actividad científica como la física con el quehacer nacional debe tomar en cuenta que la marcha "natural" es hacia la mayor desvinculación; lo que está en discusión - y lo que cae dentro de nuestra posible acción y responsabilidad - es lo que será la marcha "natural" en la próxima generación.

3.- DRAMATIS PERSONAE

Enunciado el problema de "la Física en la Argentina", y puestos de manifiesto los aspectos que son intrínsecos de la Física e intrínsecos de Argentina, pasamos al detalle de lo interior.

No se trata ahora de cuestiones históricas ni internacionales, sino de las modalidades actuales - ni inmanentes ni inmutables - de la formación argentina de físicos, de los físicos formados, y de los empleadores y posiciones para ellos.

3.1.- Institutos que forman físicos

- 1.- Son posibles en principio diversos tipos de institutos para formar físicos profesionales. Como sus conocimientos tienen poco que ver con las leyes locales o disposiciones municipales, y menos aún con la política sanitaria del país, no es imprescindible que sus "títulos habilitantes" sean supervisados por la Nación, como es el caso con los de Abogados, Ingenieros, o Médicos. Su valor no está limitado por las fronteras de ningún país; el título mismo no es mas que una "etiqueta de origen", así que tiene el valor que se acuerde al prestigio científico de quien lo expide.

En Argentina, los físicos se forman hasta ahora únicamente en Universidades Nacionales. Esto significa que la Física integra, con otras ciencias, una Facultad; y que esta integra a su vez, con otras Facultades, el ente oficial que se pone en contacto con la política del Superior Gobierno.

Entre las necesidades del país en materia de físicos, y las de éstos en materia de orientación nacional, se interponen así por lo menos un Decano y un Rector, que deben distribuir su atención y sus presupuestos en muchas y diversas necesidades.

Desde luego que ello sucede con las demás técnicas y ciencias; la diferencia que debemos destacar es que los valores sociales de Medicina, Ingeniería, Derecho, Filosofía, etc., no se han modificado sustancialmente, por lo menos en lo que va de siglo, de modo que sus relaciones oficiales con el Estado pueden muy bien ser las mismas.

Desde luego también que casi lo mismo sucede con las Universida-

des Nacionales de muchos otros países; y es precisamente ésa una de las razones que hacen que si hay otras instituciones en condiciones de competir, las Universidades Nacionales no lleven la mejor parte en la formación de profesionales de primera línea.

- 2.- Las Universidades Privadas Argentinas no están - por ahora - en condiciones de librar esa competencia. Ninguna de ellas ofrece ni siquiera cursos básicos de Física.

Como en Estados Unidos son precisamente los Institutos privados los que ofrecen la mejor formación, hay que ser muy cautos al querer adaptar a nuestro medio normas o ideas que requieren condiciones actualmente inexistentes aquí. Como ejemplo, citemos que aunque los textos universitarios que se emplean en Argentina son de origen estadounidense, una lectura atenta de sus "Prefacios" muestra que fueron escritos para satisfacer necesidades didácticas distintas.

Por lo demás, carecemos aún de Institutos Tecnológicos que tengan labor docente, y de Institutos de Estudios Avanzados; el volumen de la industria argentina no hubiera permitido pensar siquiera en ellos, hasta hace pocos años.

- 3.- En Argentina, es pues el Fisco el que costea casi completamente la formación universitaria de físicos, en unas 7 Universidades Nacionales. En la U.N. de Cuyo existe el Inst. de Física "Dr. J. A. Balseiro", en el que se costea también el alojamiento y traslado de los estudiantes (los fondos, también fiscales, llegan a través de la Comisión Nacional de Energía Atómica, que supervisa los cursos y da empleos a una parte de los egresados).

Salvo en el caso excepcional del Instituto Balseiro, el Estado no interviene mayormente en la selección o regulación de número de los estudiantes cuya carrera costea, ni en el destino de los profesionales que van egresando; este sistema solo puede funcionar normalmente (es decir, pasar desapercibido) si el número de estudiantes está siempre por debajo de lo que el país requiere, y las sumas que se invierten están por debajo de lo observable en materia administrativa nacional.

Los riesgos son bien evidentes. Un aumento en el número de estudiantes, como el ocurrido en los últimos años, facilita la emigración con el consiguiente quebranto. Son los comienzos de

un proceso que puede llegar a tener implicaciones increíbles; por ejemplo, podría ocurrir que estudiantes de países donde la educación es cara (Estados Unidos en particular) vinieran en grupos masivos a obtener gratuitamente aquí una preparación básica.

Digamos que, aparte del problema económico que ello representase, sería por lo demás altamente favorable para la vida académica del país. Una situación de este tipo vive actualmente la Universidad Nacional de La Plata, con miles de estudiantes latinoamericanos, a los que Argentina costea las mas diversas profesiones.

- 4.- Alcanzado en unos 5 años el diploma de Licenciado (intermedio entre el Bachelor y el Master of Science de los EE.UU. y similar al Diplome d'Etudes Avancés francés), el graduado puede realizar trabajos complementarios - de investigación original - que lo acrediten para el Doctorado, sea en una Universidad Nacional u otro organismo oficial (por ejemplo Y.P.F., C.N.E.A., etc.), sea en un organismo privado, o bien en el extranjero.

Prácticamente toda su carrera - incluyendo su parte final - transcurre en ambientes con presupuesto oficial, o es costeada por lo menos por una beca oficial.

- 5.- Entre las muchas cosas que el físico no aprende en su carrera, figuran así el papel del dinero en una sociedad, y el arte de trazar un plan y seguirlo. El dinero proviene siempre de arcas fiscales, y mana abundante o escaso por circunstancias que nada tienen que ver con el trabajo o el esfuerzo científico entre manos. En cuanto a los planes, casi nunca aparecen desde arriba, como una tentativa de solución a un problema; lo frecuente es que aparezcan desde abajo, como propuesta de un grupo de científicos con interés personal en el problema.

(Volvemos a hacer excepción explícita del Instituto Balseiro, en el que los planes pueden originarse "desde arriba", en la C.N.E.A. que lo mantiene; aunque, de hecho, es casi siempre la inquietud y el interés personal de los investigadores lo que llega, "desde abajo", a las autoridades).

3.2.- Los físicos formados

- 1.- Se requieren unos 20 años de estudios para formar un físico; siete de enseñanza primaria, cinco de secundaria, cinco años

de Universidad para alcanzar la "Licenciatura", y dos o tres más para la elaboración de una tesis doctoral.

La formación profesional se hace íntegramente en las dos últimas etapas; la formación cultural corresponde a las cuatro, las que tienen objetivos culturales bien distintos:

a) La enseñanza primaria provee las bases mínimas para desenvolverse en la vida, y para construir una educación superior. Desde el punto de vista de la física, lo que se enseña no pasa de un recitado de textos, casi siempre con información y léxico anticuados. El razonamiento, la observación, el trabajo personal (mental o manual) están ausentes.

En cuanto a la matemática - estrechamente vinculada a la física como herramienta y como vocación - la enseñanza primaria suele proveer algunas reglas operatorias, e inocular un terror supino que es muy difícil superar por el estudiante. Es en parte debido a este temor que la Matemática como ciencia carece de "promoción" especial entre nosotros, y no tenemos superproducción de profesionales. (La Matemática argentina es también de nivel internacional, y como carrera es similar a la Física Teórica; hubo un éxodo circunstancial en 1966, pero no se nota emigración sistemática).

Desde otro punto de vista, que conceptuamos muy importante en este análisis, la enseñanza primaria es la que fija el concepto de patria, elaborándolo sobre todo en el culto a los próceres.

b) La enseñanza secundaria, por su parte, es propedéutica a toda la Universidad, de modo que se esfuerza en dar un panorama amplio y homogéneo de toda la cultura. La Física, por ejemplo, no tiene en ella mas preponderancia que cualquier otra asignatura, ya que es estudio común para futuros físicos y para futuros jurisconsultos.

También los estudios sobre Argentina tienen el carácter de una asignatura entre otras asignaturas. La historia económica o técnica de Argentina, por ejemplo, ocupan poco espacio; y la descripción del país actual, sus problemas y posibilidades, tampoco lleva mucho.

Ciertamente, no es en la Facultad de Ciencias donde el estudiante

podrá llenar esos claros de su educación como ciudadano o habitante, pues allí el tiempo será escaso para ocuparse de lo profesional e internacional. Llegamos así a la conclusión que el joven científico posee de Argentina la imagen simplificada que le brindó la escuela primaria, mas algunas frases cliché contenidas en alguna "bolilla" del colegio secundario. Está en esto en peores condiciones que los Abogados, Médicos, o Ingenieros, que por razón misma de sus carreras tienen que formarse una idea concreta y actual del país en que viven. Y, añadamos, en mucho peor situación aún que los militares profesionales de carrera, quienes durante todo su período de actividad deben ocuparse de cursos en los que el país no es una asignatura, sino un objetivo.

- 2.- Una vez en la Universidad, pronto se encuentra que el idioma habitual de lectura es el inglés, en el que está impreso mas del 90% del material que debe aprender. Ciertamente que esto es una ventaja profesional, pues comienza pronto el uso de un idioma que le permitirá entenderse en cualquier reunión internacional (occidental); pero desde el punto de vista argentino que motiva estos párrafos, poco estímulo, inspiración, o ejemplo, habrá de encontrar.

En el mejor de los casos, hallará que es posible trabajar "aquí", sobre temas propuestos en el exterior, para obtener resultados a presentar en el exterior. Si añadimos que tales trabajos pueden estar subvencionados por fondos provenientes del exterior, llegaremos a que la "Física en la Argentina" es frase que tiene un contenido mas geográfico que técnico.

Conviene aclarar que esto significa, por supuesto, un divorcio, pero también significa un avance notable; hace veinte años los físicos argentinos no creían por lo general que se pudiera hacer "aquí" mucho mas que leer, y comentar en voz alta lo leído.

- 3.- El resultado usual es que el físico no ha entrado en contacto con la realidad económica del país que lo sostiene. Ni pagó por sus estudios en proporción a su intensidad o calidad, ni se le habrá de pagar sueldo en proporción a la importancia técnica o la dificultad de su trabajo. Tanto el origen del dinero con que fueron costeados sus estudios, como el del que se gasta en sus investigaciones, está desvinculado de las finalidades por las que lucha.

La única técnica conocida para obtener dinero es solicitarlo como dádiva sin mayores rendiciones de cuentas. Y aunque cualquier físico puede enunciar el dogma de que "la investigación produce el progreso de un país", pocos hay que estén seguros que sus investigaciones producen progreso económico de su país.

- 4.- La ocasión y conveniencia de emigrar a otro país, ya fue analizada al hablar de la física en sí misma; lo que aquí analizamos es la predisposición psicológica a dar ese paso, que es alentada por el propio ambiente.

Y es el momento de citar, como excepción y contraejemplo, el actual Departamento de Metalurgia de la Comisión Nacional de Energía Atómica; entre otros fines, tiene los de hacer investigación y docencia, y es quizá la única empresa vinculada a la física en el país que no ha tenido nunca emigración.

Con esa excepción - y alguna otra que escapa al autor - el joven físico argentino, poseedor de una formación de valor internacional, y que siente la natural necesidad de vincularse a un ambiente seguro, con recompensa social y económica adecuada, no se encuentra espiritualmente unido a Argentina. No lo retienen vínculos ancestrales, ni mística nacional. Su relación con las autoridades guarda muy poca relación con su trabajo: él las considera dispensadoras de un sueldo independiente de sus resultados, y ellas tienden a considerarlo un molesto empleado público, cuya utilidad es menos evidente que sus quisquillas.

3.3.- Los empleadores

- 1.- Hacia 1950 había en total en Argentina unos 15 físicos profesionales, egresados a lo largo de medio siglo (casi todos de la Universidad de La Plata, y unos pocos de la de Buenos Aires); la producción anual era a lo sumo de dos o tres físicos, y así se mantuvo por varios años. Hacia 1959 empezaron a egresar, de manera regular, casi quince físicos anuales, debido a que el Instituto Balseiro había comenzado a graduar alumnos.

Muchos de ellos fueron becados al exterior, y poco después comenzó la emigración de físicos argentinos (la emigración de técnicos nucleares había comenzado en 1956); antes de esa fecha había habido dos o tres casos de físicos argentinos que prefirieron radicarse en el extranjero, pero no se podía hablar de emigración regular.

Hacia la misma fecha empezó a producir físicos el Departamento de Física de la Universidad de Buenos Aires en forma continua, por efectos de una firme y entusiasta conducción. La producción total, hacia el año 1966 debe haber estado entre los sesenta y setenta físicos por año.

- 2.- El número total de puestos existentes para físicos, en todo el país, incluyendo docencia universitaria, investigación, e industria, no debe superar los 400*. Las vacantes producidas por causas normales pueden ser a lo sumo unas 20 anuales. No hay ningún proyecto en marcha capaz de absorber de manera regular 50 físicos por año.

Las cifras son estimadas, y una encuesta documentada puede alterarlas en algo. Sin embargo, se estima que puede afirmarse con certidumbre que Argentina ha estado produciendo, durante varios años, un exceso de material humano superseleccionado, costoso, que se encuentra en enorme demanda en todos los países de primera línea, y con un valor internacional, por sus conocimientos y capacidad de trabajo, que le aseguran puestos iniciales en el exterior del orden de 600 a 1000 dólares mensuales.

* De los cuales, dos en la industria

- 3.- A raíz del éxodo masivo de 1966 ha habido alteración seria en la Universidad Nacional de Buenos Aires en el número de profesionales y de estudiantes, y también en las de Córdoba y La Plata; la situación actual es transitoria y podría describirse como un compás de espera. Debe aprovecharse para planear con serenidad la situación estable.

Parece claro que ha concluido la época en que la formación de físicos era tan escasa que no era necesario ni posible planificar. Hay siete instituciones dedicadas a producirlos, y si se han graduado 60 en un año, la capacidad potencial de graduación puede estimarse en mucho más.

Del otro lado, la cifra estimada de 400 puestos para físicos en todo el país es asombrosamente baja para sus 26 millones de habitantes, de los cuales varios millones dependen de la industria. La explicación solo puede encontrarse en la falta de contactos.

- 4.- Parece también claro que ha concluido la época en que el Estado podía dar puestos nuevos en número suficiente para absorber la producción de profesionales. Un proyecto como el de la usina nuclear actualmente en estudio, puede dar cabida a la producción de profesionales de un año, por ejemplo: como es un proyecto que toca los límites de lo factible, tendrá varios años para su desarrollo, y no habrá de ser duplicado por mucho tiempo, se ve que la producción estatal de físicos supera definitivamente la capacidad estatal de absorción.

(Añadamos que esto es excelente síntoma, y sitúa correctamente el problema real. Si el objeto de siete Escuelas de Física nacionales fuera únicamente proveer de funcionarios técnicos al Estado, su número, nivel, y alumnado, debería estar sujeto a las mismas normas rígidas de las Escuelas Militares).

- 5.- Por otra parte, el Estado no es demasiado interesante como empleador de técnicos. Desde hace no menos de treinta años (los que el autor recuerda) el sueldo asignado a los técnicos es insuficiente para asegurarles sus gastos de vida normal, incluyendo alojamiento y formación de reservas.

En efecto, es corriente en las conversaciones previas al ingreso de un técnico, que se le asegure que su sueldo "le alcanzará,

siempre que tenga ya su alojamiento asegurado"; la mención de reservas sería considerada exótica.

Esta situación no se circunscribe a los físicos, naturalmente; y es la principal causa por la que el Estado ha sufrido (por lo menos en los 30 años que el autor recuerda) una constante emigración de profesionales hacia la actividad privada, o hacia el exterior.

La actual emigración de físicos hacia el exterior no indica nada nuevo en este sentido; solamente muestra que, a diferencia de los Ingenieros o Geólogos, no tienen campo de acción privado en el país.

Puede esperarse que en el futuro esta situación cambie, y el Estado asegure a los técnicos a su servicio una carrera similar a la de los envidiados "técnicos de empresas extranjeras"?

Rotundamente sí, pero no en forma automática, ni en el futuro inmediato. El Estado deriva sus recursos solamente de impuestos a la industria, el comercio, y el trabajo de los habitantes; basta hacer que el volumen de la industria, por ejemplo, aumente en forma suficiente.

Basta pues plantearse con simplicidad la pregunta sobre las posibilidades que tiene la técnica - incluyendo la física en este caso - de aumentar los ingresos del país; eso aumentará los recursos del Fisco, y eso concluirá por mejorar los sueldos oficiales.

(El camino es por cierto largo; y tardaremos mucho más en recorrerlo si suponemos que hay algún otro camino más corto.

El lector argentino puede suponer que acaba de leer un hecho trivial; no es así, sin embargo. Bastaría suponer por un momento que el Estado argentino tiene el mismo tipo de ingresos que el Estado venezolano por ejemplo, para encontrar que los sueldos del empleado público no guardan en tal caso relación con la industria nacional ni con el esfuerzo nacional.)

- 6.- Miremos pues, la actividad privada argentina como empleadora para físicos. Descartados el comercio, la banca, y el agro (de los que puede esperarse sin embargo algún puesto ocasional si se hace una exploración adecuada), la docencia privada o la

prestación de servicios a la medicina (de los que también pueden esperarse posibilidades, pues casi todo el instrumental médico moderno es físico), el rubro más importante es la industria, por su influencia directa en la economía nacional.

Pero no podemos considerarla como "empleadora" todavía, y por eso le dedicamos párrafo aparte.

3.4.- La Industria

- 1.- La industria es una actividad cuyo objetivo, particularmente claro, es obtener ganancias legales mediante la transformación de "materia prima" en "productos" a vender "en plaza".

Los productos llegan casi siempre a los usuarios a través de comerciantes, distribuidores, etc. El porcentaje de ganancia del comercio sobre los productos industriales suele ser mayor que el del industrial que los provee; el trabajo más simple, y menores las inversiones. Tales son las sencillas razones que hicieron que Buenos Aires - como casi cualquier otro puerto - prefiriera desde 1816 concentrarse en el comercio.

En esta situación, la industria nace cuando existen los usuarios y el comercio, pero de pronto escasean los productos. Los grandes avances de la industria argentina están vinculados a las dos guerras europeas.

Si bien la ganancia por unidad es mayor para el comerciante, la ganancia global, sobre toda la producción, es incomparablemente mayor para el industrial. O mejor, puede serlo, si consigue el capital, la organización, el mercado, etc.

El paso de la etapa comercial a la etapa industrial en Argentina, es mucho mas que un cambio de items en los ingresos de la Nación; es un colosal cambio de costumbres, que incorpora una serie de técnicas, solamente al alcance de especialistas.

Así, el manejo de capitales que son cada vez mas grandes y devengan rendimientos menores a medida que crecen, requiere toda la habilidad de un financista y la más sofisticada estimación de costos y gastos. La operación de la industria incluye relaciones humanas con el personal, refinada logística, ingentes inversiones en estudio de mercados o formación de los mismos, etc.

Recordemos que Argentina importaba hace cincuenta años frutas, hace cuarenta calzados, hace treinta muebles, y hace diez automóviles; y que todavía importa camiones, tractores, y equipos de hacer caminos. La evolución es demasiado veloz para que altere las costumbres; el habitante medio ve los productos, pero no tiene como notar que el rótulo "Industria Argentina" es un cambio total de país.

Dentro de todos los cambios, el que nos interesa es el que hace que la ciencia y la técnica pasen a ser piezas importantes del país en cambio.

- 2.- Indiquemos los rasgos de la industria que nos interesan. Tenemos dos clases de industria. Una de ellas es múltiple, ágil, ingeniosa y pequeña, es decir, pobre. (Recordemos que la industria gana en proporción a su volumen, de modo que usualmente su riqueza está medida por su tamaño).

Nuestra industria pequeña proviene de pequeños artesanos, o técnicos, o aún comerciantes, que "desde abajo" comienzan una elaboración en muy pequeña escala. Esa industria, de muy escaso capital, no crea su mercado ni promociona su mercadería. Usualmente aprovecha un mercado existente, que supone fijo, y se limita a abastecerlo.

Hasta hace menos de diez años, este mercado estaba constituido casi exclusivamente por las necesidades del Estado en materia de consumos. Es decir, el Estado "licitaba" la provisión de productos - por ejemplo, repuestos para sus vehículos importados - y el pequeño industrial se esforzaba en ser incluido en la lista de "Proveedores del Estado" y presentaba su producto, sucedáneo del original extranjero, a la "licitación".

(Digamos aquí que el Estado suele adjudicar las "licitaciones" atendiendo solamente al costo inicial del producto ofrecido y no al costo total. Esto desalienta al pequeño industrial, que no ve premiado su esfuerzo para mejorar calidad, pero es por ahora casi inevitable: el Estado tampoco conoce la diferencia entre la actividad comercial, tradicional argentina y el tecnicismo que requiere la industria actual).

Desde hace diez años, la pequeña industria es, en buena parte, proveedora de la gran industria (que mencionaremos a continuación).

Esta es, desde luego, su faceta interesante; nuestra gran industria se apoya en la pequeña, a la manera que H. Ford creó su propia industria, o que los suizos fabrican sus relojes.

- 3.- La otra clase de industria que poseemos es de tipo "grande". Dispone de grandes capitales (a veces originados en una pequeña industria que evolucionó bien, pero mas a menudo de otros orígenes), promociona sus productos, y agranda o crea por completo el mercado.

Fabrica productos de consumo (bebidas, tejidos, ropas, cigarrillos, automóviles) o productos intermedios (ácido sulfúrico, abonos, insecticidas industriales, envases).

Es esta industria grande la que influye en forma directa sobre la Nación, por el número de habitantes que dependen de ella, por el dinero que se pone en juego y por el impacto directo sobre las costumbres. La ciudad de Córdoba cambió de fisonomía en pocos años (digamos entre 1957 y 1961) por efectos de la industria automotriz; y Buenos Aires acaba de cambiar (1967) y sus hábitos en el tránsito.

Frente a este tipo de transformaciones, parecería que el incorporar técnicos físicos a una industria que es esencialmente técnica física, debe ser una cosa rutinaria y causal. No es así; el Instituto de Matemáticas, Astronomía y Física, radicado en la ciudad de Córdoba, a corta distancia de las fábricas, confiaba en 1961 recibir pedido tras pedido de profesionales; pero no hay un sólo físico (dentro de lo que el autor sabe, naturalmente) que trabaje allí, egresado de ninguna de las 7 Escuelas nacionales.

Hemos apuntado las razones por las que la física y los físicos se han apartado de los automotores, en un capítulo anterior. Indicemos ahora las razones por las que la industria no se ha acercado a los físicos:

Nuestra industria grande es, exactamente como nuestra física, internacional; sus productos han tenido origen en otros países, sus modelos actuales son proyectados en otros países, sus marcas simbolizan lo mismo en cualquier país, y los gastos de propaganda que hacen en el mercado argentino son nada mas que una fracción de los gastos totales hechos en todo el mundo. Todo eso asegura calidad al usuario y respalda las ventas con una garantía que nadie osa discutir, porque tiene la inexpugnabilidad de un lugar común.

Y, como a nuestra física, es su valor de calidad internacional lo que la despegó automáticamente de nosotros.

(Está claro que un producto cuyas especificaciones se redactan en Manhattan para todo el universo, no puede ser modificado ad libitum en Avellaneda. Una modificación propuesta hace poco por ingenieros argentinos a un automóvil, basada en las leyes de la física, demoró años en aceptarse y exigió la venida de ingenieros de Detroit. En otra ocasión, salvar un error de dibujo en un plano - trivial y visible para un escolar - exigió una semana de telegramas a Eindhoven, Holanda. Y ciertamente, si queremos que no sea así, corresponde a la técnica argentina la iniciativa!)

- 4.- Hemos mencionado la industria que nace bajo el signo de una marca conocida internacionalmente, y que reproduce sus productos entre nosotros con la precisión y la indiferencia ambiental de los virus. Pero hay otro símil biológico para aplicar a la industria, de origen argentino autónomo, que llegada a un cierto volumen prefiere abdicar su autonomía para pasar a ser subsidiaria de una super empresa internacional.

Se trata aquí de una simbiosis entre la industria local, que renuncia a tomar iniciativa a cambio de seguridad, y la industria internacional, interesada en mercados como el de nuestro país, cuyo crecimiento vegetativo es alto, y cuya capacidad adquisitiva crece día a día. Se trata de un proceso natural en el que dos organismos buscan sus propias ventajas; compete al país hallar y promocionar un proceso más amplio, en que se contemplen también las necesidades del futuro.

- 5.- La interacción entre la industria y la física no puede estar basada mas que en cosas como estas:

- 1) Estudios para mejorar el costo de la "materia prima".
- 2) Estudios para mejorar los costos de los "productos".
- 3) Estudios para mejorar la calidad de los "productos".
- 4) Estudios para mejorar la popularidad de los "productos".

Los dos primeros tratan de aumentar las ganancias influyendo en los costos unitarios. Los dos segundos tratan de influir sobre el volumen de ventas por desplazamiento de competidores o por

aumento de mercado.

(En la actualidad el autor conoce tres ejemplos de interacción. En dos casos, una industria ha contratado físicos para mejorar la calidad de sus productos; son los dos "puestos" ya mencionados. El tercer ejemplo, es el de una fuerte industria que acaba de invertir dinero en la repatriación de un físico argentino, y presumiblemente repatrie más; pero no es para incorporarlos a la empresa, de modo que se trata del último caso, aunque el papel de la "física" sea anecdótico. El presupuesto proviene del Departamento de propaganda, no del de producción).

6.- En cuanto a la forma de la interacción entre física e industria, parecen posibles diversas modalidades:

- 1) Que la industria contrate físicos como miembros permanentes de su personal.
- 2) Que celebre contratos de servicios con físicos, o con institutos que incluyan físicos.
- 3) Que done dinero para "la Física", sin esperar retribución directa.

La primera forma solo está al alcance de la gran industria (un físico que perciba unos 6000 dólares anuales, significa gastos totales no inferiores a 10.000 para su empleador, lo que implica que el volumen de ventas anual debe aumentar en algo como 40.000 dólares por cada físico contratado, simplemente para cubrir gastos) pero la segunda tiene mucho mayor alcance (Especialmente, el Servicio de Asistencia Técnica a la Industria Metalúrgica, SATI, que funciona por convenio entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y la Asociación de Industriales Metalúrgicos, es ya un caso específico) y merece más profundo análisis.

La tercera modalidad es de interés, no solamente por el anecdótico ejemplo del párrafo anterior, sino porque el Estado puede favorecerla (aliviando de impuestos, por ejemplo, a quienes así procedan). Pero el énfasis cae en la última frase: sin esperar retribución directa, en ningún caso puede significar que la física no se preocupe de que la haya, directa o indirecta.

4.- UN VISTAZO GENERAL

Hemos hecho análisis, pieza por pieza, de lo que consideramos importante. Antes de pasar a sugerencias concretas, hagamos un giro de horizonte; reaparecerán concisos comentarios que estaban sueltos, y surgirá alguno que no cupo en la disección.

- 1.- Hemos tratado de mostrar que la necesidad actual de físicos en Argentina es, por lo menos aparentemente, nula; hay razones históricas, psicológicas, políticas y técnicas para ello.

La demostración más dramática, sin embargo, está en que la emigración de técnicos - comenzada en 1956 con un ingeniero nuclear y que tuvo un clímax eruptivo en 1966 - en ningún momento ha motivado acción efectiva por parte de autoridades ni de industriales.

(En el caso del primer emigrado, la acción oficial se redujo a felicitaciones efusivas; en el clímax de 1966, la acción industrial se concretó en la promoción de hojillas de afeitar. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, uno de cuyos propósitos de creación fue el de repatriar científicos, no ha podido ofrecer nunca saldos positivos en este rubro).

- 2.- La emigración de físicos argentinos obedece a las mismas causas que determinan emigración en Europa u otros países de América, con la causa local concomitante de haber tenido superproducción durante varios años, respecto a la demanda.

(Una contraprueba de lo afirmado se tiene en una carrera estrechamente vinculada a la física, para la que el país tampoco tiene predisposición histórica, cuya utilidad para la economía es muy dudosa o nula, y que sin embargo no presenta emigración.

Se trata de la astronomía. Sin embargo, cualquier razón que haga aumentar el número de egresados sin aumentar su demanda, puede originar superproducción, y consiguiente emigración. El planetario a punto de funcionar en la ciudad de Buenos Aires, por ejemplo, puede despertar vocaciones sin crear puestos para ellas.)

- 3.- Los campos de investigación están enormemente restringidos para la física en la Argentina.

No nos referimos, por cierto, a campos como navegación espacial, o aceleradores de altísimas energías, cuyo costo anual supera el

presupuesto íntegro de nuestro país. Nos referimos a campos que se presentan como posibles para el estudiante, porque algún profesor trabaja ya en ellos, pero que al cabo de unos años de preparación consigue descubrir que no hay en Argentina los equipos, o el ambiente, o los medios necesarios para dedicarse con fruto. Se hace prudente orientar a los estudiantes hacia campos en los que la Nación pueda razonablemente garantizar interés.

Esto nos lleva al esquemático planteo de si "la investigación debe ser libre o dirigida".

En cuanto el autor recuerde, ningún científico argentino ha sido compulsivamente obligado a investigar un determinado tema; y si lo fue, renunció a hacerlo sin otras consecuencias. No es, pues, la libertad "individual" la que se alude; la única libertad en discusión es la del Director responsable de un grupo, y - como lo sabe cualquier Director - esa libertad está condicionada por el presupuesto, por el tiempo y personal disponible, por los temas que presentan mayor fecundidad, etc. Es decir, tal libertad no existe para un Director.

Por otra parte, tampoco hay registro de que un grupo de estudiantes ejerza presión para trabajar en un tema completamente nuevo; se limitan a elegir entre los temas que ven, como es natural, pues la preparación de un proyecto de investigación y la búsqueda de recursos para el mismo son técnicas profesionales básicas, que no se aprenden durante los cursos.

Las restricciones existen, pues, de hecho. El problema de buena administración (no un problema filosófico!) orientar gastos y esfuerzos hacia lo que dé mayores beneficios.

- 4.- Los grandes proyectos de inversiones en ciencias físicas, suelen estar presupuestados, administrados, y operados por físicos. Pero ello no significa que deban ser iniciados siempre por físicos. Ningún Director de laboratorio daría curso rutinario a un pedido de un ciclotrón, por ejemplo, originado por un grupo de sus investigadores. Empresas que demandan ingentes gastos y comprometen la acción de muchos, pueden juzgarse interesantes "desde abajo", pero solo se puede saber si son viables, "desde arriba".

(El autor tiene, ahora sí, la sensación de estar anotando trivialidades. Ninguno de los grandes laboratorios disponibles hoy en

Argentina - acelerador, ciclotrón, reactores, metalurgia - fue propuesto ni fundamentado por un investigador actuando como tal. Esto indica que lo dicho es trivial, dentro del ámbito de la Comisión Nacional de Energía Atómica - No así, por cierto, fuera de ella.)

- 5.- El proceso de industrialización que está siguiendo Argentina, cualquiera sea su trascendencia económica, significa ante todo un cambio completo del modus operandi nacional. De la psicología del comerciante debemos pasar a la del industrial, que incluye concimientos y reglas más complejas, organización mas ajustada, y cálculos mas precisos.

Este cambio no se puede realizar en menos de una generación, y por eso tenemos una industria que sigue lineamientos internacionales, y una física que sigue lineamientos internacionales, ambas independientes entre sí. Estamos en esto importando artículos extranjeros, cuyo funcionamiento y mantenimiento todavía no entendemos muy bien.

- 6.- Podemos hacer algo al respecto? Sí, por cierto: Esperar.

La generación siguiente tendrá obligatoriamente que atar su técnica a su industria, y el divorcio actual pasará a ser una curiosidad histórica.

Durante la espera podemos sugerir algunas medidas y proponer lo que nos parezca adecuado para acelerar el proceso. Algunas de esas medidas y sugerencias se exponen a continuación.

No hay ideas de acción brillante y rápida; si algunas de ellas resultan efectivas, será porque desaparecerán como "ideas" para ser costumbres.

5.- QUE HACER?

5.1.- Que hacer por la enseñanza?

- 1.- Seleccionar los estudiantes que ingresan, sea instaurando cupos, sea por propaganda adecuada, sea por exámenes de orientación profesional.

(Son métodos reconocidamente riesgosos; pero la falta de método también es un método reconocidamente riesgoso, más caro, y que produce mas frustraciones)

- 2.- Disponer los cursos de modo que los alumnos deban dedicar todo su día útil al estudio.

(El problema del estudiante sin recursos se puede resolver mediante becas o préstamos de honor durante los primeros años, y puestos auxiliares durante los últimos)

- 3.- Hacer que a partir del segundo curso, la inscripción en una asignatura requiera como requisito previo la aceptación del estudiante por parte de la cátedra.

(La idea es hacer que el Profesor conversa un momento con cada uno de los aspirantes, y pueda verificar si tienen la preparación adecuada, así como aconsejarlos sobre las materias complementarias)

- 4.- Incluir en los planes asignaturas electivas, de tipo aplicado, como Biología, Acústica arquitectónica, Teoría de la elasticidad, Oceanografía, Hidráulica, Balística, Destilación de Petróleo (Metalurgia ya se dicta en estas condiciones, con personal de la Comisión Nacional de Energía Atómica)

(Algunas de estas asignaturas pueden requerir docentes ad-hoc, como ocurre con Metalurgia. Pero otras pueden ser cursadas en otra Facultad.

No se trata solamente de "especializar"; se trata también de buscar nexos y relaciones todavía inexistentes)

- 5.- Incluir en los planes temas como Historia de la Ciencia y la Técnica, y Ciencia y Técnica en Argentina.

(Respecto a la primera, no se trata de memorizar ni revistar nombres y fechas, sino de analizar en detalle el clima ambiental

que rodeaba a un descubrimiento determinado cualquiera. Respecto a la segunda, conviene decir explícitamente que el objeto de una asignatura cualquiera debe ser siempre dar al alumno un panorama de lo que él puede hacer; lo que los demás han hecho es siempre secundario en ciencia, frente a la labor propia)

- 6.- Incluir, como parte de los estudios, la realización de seminarios informativos.

(La idea es enseñar a manejar textos y revistas, y a adquirir información. Los temas pueden ser sobre materias que no se estudien, o sobre trabajos recientes)

- 7.- Incluir, en los años superiores, la obligación de prestar servicio como ayudantes docentes.

(El objeto es doble: mejorar los conocimientos de los estudiantes por la práctica docente, por una parte; por la otra, establecer un nexo directo entre el cuerpo docente y los estudiantes. Esto permite conocer a los nuevos estudiantes, e incorporarlos al espíritu del instituto, con una eficacia que ningún otro método posee)

- 8.- Incluir en los planes de estudio viajes y visitas obligatorios a instalaciones técnicas de todo tipo, oficiales y privadas, científicas, militares, o industriales.

(La idea es despertar interés hacia alguna aplicación, pero también dar a conocer a los futuros profesionales entre sus posibles empleadores. No es necesario - ni posible - que se pretenda conocer todo. Una sola visita, bien realizada y seguida de discusión, es mejor que varias de tipo turístico)

- 9.- No recargar los planes. Por más que la física ha progresado enormemente, la capacidad de asimilación de un estudiante en cinco años no ha variado mucho; por cada asignatura "nueva" que se incorpore, hay que eliminar una "tradicional".

(Los recursos didácticos sí, han evolucionado mucho; pero no es el momento de entrar en ello)

- 10.- Evitar la proliferación en todo el país de Escuela de Física completas. Puede en cambio alentarse la formación de escuelas especializadas en la preparación básica, que cubran dos o tres años. Además, pueden tener uno o dos campos de investigación, bien de-

finidos, para sus docentes y algunos de sus egresados.

(La idea es separar la enseñanza básica de la especializada, debido a que son distintos los costos, distintas las técnicas de enseñanza, y distintos los hombres que enseñan. Estudiantes que cursen sus primeros años en una Escuela, y los dos últimos en otra, ya tienen algo adelantado sobre los viajes y visitas de que antes hablábamos).

5.2.- Qué hacer por la investigación costeada por el fisco?

- 1.- Separar sus fondos en "Física Pura" y "Física Aplicada". Son distintas las sumas a invertir, los propósitos de la inversión, y los criterios con que se puede juzgar la oportunidad o el éxito de la investigación.

La investigación en "Física Pura" toma en cuenta cosas como el prestigio internacional, opiniones extranjeras, e importancia académica del tema. En la investigación prototipo, el tema es propuesto desde el exterior, y el investigador argentino documenta el éxito de su investigación presentando una opinión favorable firmada por una autoridad extranjera.

Se trata - desde el punto de vista que aquí nos interesa - de una promoción de la imagen del país en el extranjero.

La investigación en "Física Aplicada" toma en cuenta el beneficio económico a obtener de la inversión, por lo que el conocimiento de los problemas técnicos o financieros del país, vinculados a la investigación, es esencial para la decisión de apoyarla o no. Se requiere desarrollar criterios de tipo bancario, y el juicio sobre el éxito de la investigación se puede medir en cifras, comparando gastos y ganancias.

Se trata de una promoción de la capacidad productiva del país.

- 2.- La investigación en "Física Pura" puede aún separarse en dos modalidades: por una parte, dedicarse a temas reconocidos; por la otra, dedicar atención a temas fuera de cauces comunes, con vistas a desarrollar en el país líneas independientes de pensamiento.

(Es bien sabido que el pensamiento científico, como el resto de la actividad humana, procede por modas. La preocupación

por ocuparse de la moda contemporánea asegura impacto inmediato, al precio de renunciar a la autonomía. La búsqueda de temas nuevos puede tener efectos inversos, y es de mayor interés a la larga. Como ejemplos concretos: la investigación teórica en altas energías es de tipo modal. La investigación de relaciones entre física y sociología, de tipo autónomo.)

- 3.- La investigación en "Física Aplicada" recoge sus temas de las distintas actividades existentes, de modo que una propaganda adecuada entre los industriales - sobre todo entre la pequeña industria - haría surgir por cientos los problemas concretos.

(Desde luego, también la gran industria puede interesarse; pero en general no tiene problemas, sino "especificaciones" a cumplir. La única forma de hacer que la industria del automóvil tuviera problemas argentinos, sería imponer especificaciones argentinas)

La dificultad evidente en esta sugestión, está en poner en contacto directo una pequeña industria de metalización de plásticos, por ejemplo, con un Departamento de Física que solo recibe información del país por notas que le llegan por "vía jerárquica". Es una dificultad formal, sin embargo, y solo requiere abolición de una formalidad.

5.3. Que institución podría crearse?

- 1.- Un Instituto Tecnológico, que incorporara en sus estatutos normas parecidas a las que aquí indicamos para la docencia y la investigación.

La forma de empezar un instituto así, es atacando directamente los problemas que se desea resolver. Un corto grupo de profesionales puede comenzar por visitar industrias, establecer contactos con Asociaciones de Productores, y ofrecer estudiar los problemas que les sean propuestos o que ellos mismos propongan.

Ese grupo puede, a renglón seguido, presentar soluciones para los problemas que haya podido resolver, e informe sobre los que no ha podido. No es necesario que las soluciones salgan precisamente de los cerebros del grupo; en esta etapa, es más importante que el grupo establezca conexión con los centros del país en que puede hallar ayuda para problemas técnicos (numerosos, por cierto).

Los primeros éxitos permitirán - después de pocos años - formar un grupo más estable, quizás con algunas instalaciones fijas. Tal vez entonces se puedan abordar iniciativas como "garantías de calidad".

En unos diez años, un instituto así podría empezar a tomar alumnos casi graduados, para especializarlos (innecesario decir que la física iría acompañada de otras ciencias). Y el propósito final sería tener, dentro de unos veinte años, un instituto completo, que acepte alumnos por lo menos desde el tercer año, les dé formación predominantemente industrial, y coloque sus egresados en la industria.

- 2.- El éxito del Instituto se cifraría en mantener las mas cordiales relaciones con las reparticiones oficiales y privadas, pero mantenerse rigurosamente libre del Estado. (La razón de ésto es que se trataría de una institución catalizadora, del mismo tipo pero mucho más pequeña que la C.N.E.A.; ésta es, por razones expuestas en otra oportunidad, una institución catalizadora, y muy bien podría "en principio" apadrinar una tarea como el Instituto "Tecnológico". Pero, de hecho, le es un poco tangencial el hacerlo; y no hay otro organismo nacional con la agilidad y autonomía necesaria. Parece hora por lo tanto de ensayar una catálisis de tipo privado.)
- 3.- El problema de la financiación, sobre todo de la financiación inicial, es sumamente delicado. El Instituto Tecnológico tiene por misión vincular la ciencia con la economía, y es fundamental por lo tanto que sus miembros conozcan personalmente los principios de buena administración técnica que tienen que promocionar.

En otras palabras, que es necesario renunciar a la dádiva como método financiero, desde el primer instante. Un Instituto estable puede aceptar una donación, pero ninguna donación puede crear un Instituto estable.

La fundación de un Instituto así requiere algo mucho más difícil de conseguir que una ayuda económica; requiere el esfuerzo de tres o cuatro profesionales durante por lo menos un año. La dificultad está en que, como dijimos antes, los profesionales no tienen reservas económicas porque sus puestos oficiales no se lo permiten; de modo que un proyecto que pueda requerir un año de realización

pasa a ser casi utópico. (Hasta tal punto nos falta aún el hábito de la empresa!)

El proyecto esbozado tiene reminiscencias de la creación de "Arthur D. Little, Inc." - primera compañía dedicada a la investigación científica industrial en los EE.UU., fundada hace unos 80 años; del Massachusetts Institute of Technology, vecino de la anterior, coetáneo, y complementario en muchos aspectos; y de la "L.K.B." compañía sueca de industria científica, y del Consejo Nacional de Investigaciones canadiense.

5.4. Qué puede hacer una Fundación privada?

- 1.- Si el análisis anterior es aproximadamente correcto, y estamos en las relaciones país-física en una situación de desarrollos independientes que no alcanzan un equilibrio porque ni siquiera hay interacción, entonces una Fundación privada puede asumir el papel de catalizador y aspirar al mérito de lograr pronto un equilibrio que de por sí demoraría mucho.

("Pronto" equivale aquí a algo como un lustro. "Mucho" significa aquí una generación. La ganancia es de unos veinte años, y es posible valorar cuantitativamente ventajas y riesgos de la empresa)

- 2.- Una forma concreta de "catálisis" es presentar proyectos ante autoridades, sugerencias ante industriales, propuestas ante profesionales, con vistas a facilitar los contactos y presentar puntos de vista.;

(El alcance de esta sugestión no pasa de proponer la redacción de folletos, notas, y circulares. Pero la redacción de un buen folleto es un esfuerzo que no debe ser subestimado en cuanto a sus dificultades)

- 3.- Otra forma concreta de "catálisis", más directa, es agrupar y respaldar a un pequeño grupo de profesionales que comiencen, de manera exploratoria, lo que hemos llamado "Instituto Tecnológico".

(Con un caveat: que la Fundación adelante los fondos que se estimen necesarios - unos 20.000 dólares en un año - a modo de anticipo a la Institución en carácter de préstamo)

- 4.- El haber solicitado el presente análisis a un físico profesional, es evidentemente ejemplo de otro tipo de acción posible. Puede solicitar informes análogos a representantes de otros puntos de vista: industriales y funcionarios, en primer término. Financistas, bancarios y empresarios, enseguida. Y difundir lo que en ellos pueda haber de constructivo.