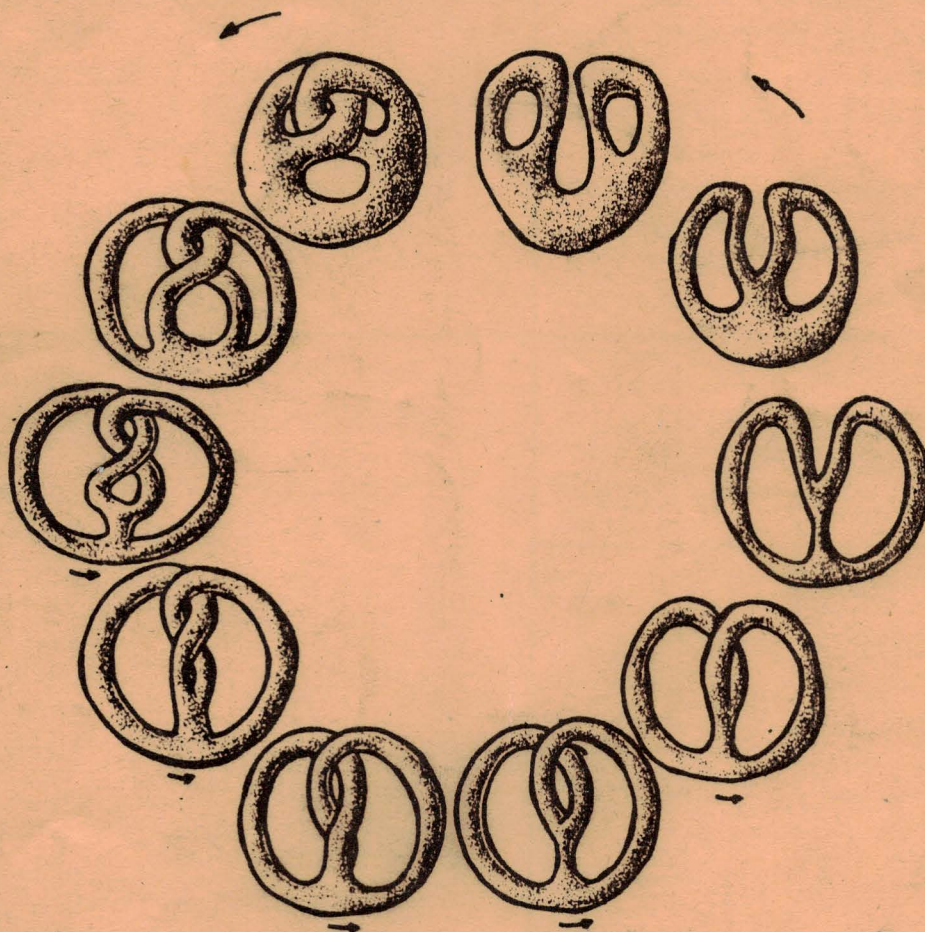


INTERACCION

AÑO III No 7



DAN KALMAN
University of Wisconsin
Green Bay, WI 54302



Interacción es una publicación
de difusión científica, editada
por un grupo de estudiantes de
Física y Matemática de la Facul-
tad de Ciencias Exactas y Natura-
les de la UNBA

Colaboraron:

Dr. Luis A. Santaló
Dr. Gregorio Klimovsky
Lic. Ghielmetti
Ing. José Babini
Andrés Ozols

SUMARIO

Editorial	2
Sobre la naturaleza de la luz	3
Actualidad universitaria	7
Superconductividad	8
Entrevista al Dr. Klimovsky	11
Reportaje al Dr. Santaló	19
Un método matricial para la resolución de un sistema lineal de congruencias	21
Historia del Algebra	25
Entrevista al IAFE	29
Proyección Cultural: Musica- siempre	34
"Conócese el destino de los aranceles en la UBA"	36

-Registro de la Propiedad Inte-
lectual en trámite

(c) Interacción 1981

-Hecho el Depósito que marca la
Ley

LA RESPONSABILIDAD DE LOS AR-
TICULOS FIRMADOS CORRESPONDE
EXCLUSIVAMENTE A LOS AUTORES

EDITORIAL

La aparición de este número se enmarca en un momento en el cual el estudiantado no se sustrae de los problemas que competen al ambiente universitario. Como consecuencia de esta situación, Interacción intenta reflejarla y constituir un canal de expresión de las preocupaciones de los estudiantes, generando inquietudes, que devengan en actitudes, para llegar a revertirla.

Para ello, ofrecemos la posibilidad de todos ustedes canalicen estas inquietudes, mediante su colaboración, ideas, críticas y participación en esta revista. Esperamos que este esfuerzo sea útil, y que se nos hagan llegar las críticas que se crean convenientes, acerca de en qué medida logramos lo que nos proponemos.

Así como este número fue realizado por un grupo nuevo de gente, esperamos que para el número 8 haya **más personas** que puedan decir lo mismo.

sobre la naturaleza de la luz

EMIL WOLF

El presente artículo fue extraído de la revista "Optics News", editada por The American Institute of Physics. Esta es la primera parte, ya que por su extensión, deberá ser publicado en tres números.

"Por el resto de mi vida reflexionaré acerca de lo que es la luz".

Albert Einstein - (1917)

Introducción:

En nuestra época, de creciente especialización, existe una tendencia a ocuparnos de problemas científicos relativamente estrechos. Es esta una tendencia desafortunada, no sólo porque nuestro horizonte se vuelve un tanto limitado y nuestra perspectiva se distorsiona, sino también porque hay muchas lecciones que aprender mirando aquellos años en los cuales los conceptos básicos y las leyes fundamentales de una disciplina científica fueron formulados por primera vez.

Tanto para científicos como para no científicos, el nombre de Albert Einstein está asociado con una teoría que revolucionó profundamente las ideas del hombre sobre el espacio y el tiempo. Su teoría de la relatividad implicó un cambio básico en nuestra concepción del universo tal como el que había traído la teoría de la gravitación universal de Newton o la del sistema planetario de Kepler. Sólo por este trabajo, Einstein seguramente será recordado como uno de los más grandes genios de todos los tiempos.

Lo que no siempre es tomado en cuenta, es que aparte de esta teoría Einstein también hizo importantes contribuciones a nuestro entendimiento del fenómeno de la luz y la radiación en general.

Para poner su trabajo en la debida perspectiva, es apropiado pasar revista a los hitos de la historia de la óptica y la teoría de la radiación.

Primeras teorías acerca de la naturaleza de la radiación

En el siglo XVII aparecieron dos teorías acerca de la naturaleza de la luz: la ondulatoria, cuyos principales defensores fueron Hooke y Huygens; y la corpuscular (o de emisión) debida a Newton. De acuerdo a la primera, la luz sería una serie de vibraciones rápidas propagadas en un éter elástico; en cambio, según la teoría corpuscular, la luz es propagada desde un objeto luminoso por diminutas partículas.

La teoría ondulatoria, tal como fue inicialmente formulada parecía incapaz de explicar el fenómeno de polarización. Por otra parte Newton lo pudo explicar por medio de la teoría corpuscular, y en gran parte debido a esto, la teoría ondulatoria fue rechazada durante más de un siglo.

En 1801 Thomas Young descubrió el principio de interferencia de la luz; y 17 años después Fresnel mostró en una famosa memoria que combinando el principio de interferencia de Young con un postulado básico de la teoría de Huygens se llega a una teoría ondulatoria

que explica la difracción de la luz. Esta teoría fue unánimemente aceptada, y la teoría corpuscular cayó en el olvido.

La ondulatoria tomó su forma más acabada con el trabajo de Maxwell, que logró en 1865 unificar todas las leyes conocidas hasta entonces sobre electricidad y magnetismo. Una de las consecuencias de estas ecuaciones fue la predicción de que los efectos electromagnéticos dependientes del tiempo eran transmitidos de una región a otra del espacio por medio de ondas hoy conocidas como ondas electromagnéticas, cuya existencia fue demostrada experimentalmente por Hertz en 1888. La velocidad de estas ondas en el vacío era calculable sobre la base de mediciones puramente eléctricas, y resultó ser del orden de la de la luz, lo que llevó a Maxwell a conjeturar que las ondas de luz eran electromagnéticas.

Independientemente de estos desarrollos se estaban llevando a cabo investigaciones acerca de la radiación térmica, la que resultó ser de importancia fundamental en la elucidación de la naturaleza de la luz. Entre 1814 y 1817 Fraunhofer descubrió líneas oscuras en el espectro solar (que hoy llevan su nombre), y fueron interpretadas hacia 1860, sobre la base del trabajo experimental de Bunsen y Kirchhoff, como líneas de absorción de ciertos gases presentes en la atmósfera solar. En el curso de sus investigaciones Kirchhoff dedujo de la termodinámica un número de resultados fundamentales relacionados con la radiación de los cuerpos en equilibrio térmico.

Inclusive en estas condiciones, cuando el sistema está termicamen

te aislado los cuerpos emiten y absorben radiación, o como diríamos hoy en día, hay interacción entre la materia y el campo de radiación. La capacidad de un cuerpo de emitir y absorber radiaciones a una frecuencia dada

puede ser caracterizada por el coeficiente de emisión ϵ_ν y el de absorción α_ν .

Una de las leyes deducidas por Kirchhoff en 1859 establece que en condiciones de equilibrio la razón entre los coeficientes de emisión y absorción es independiente de la naturaleza de los cuerpos que interactúan con el campo de radiación, es decir es una cierta función $K_\nu(T)$ que depende sólo de la frecuencia y de la temperatura (T).

$$\frac{\epsilon_\nu}{\alpha_\nu} = K_\nu(T) \quad (1)$$

Esta es obviamente una ley importante ya que pone en evidencia una función universal asociada con la variación en condiciones de equilibrio.

En el caso particular en que el cuerpo es tal que absorbe toda la radiación que cae sobre él (cuerpo negro). El coeficiente de absorción es unitario, y la radiación que emite es llamada radiación de cuerpo negro. Se deduce inmediatamente de (1), que para un cuerpo negro

$$\epsilon_\nu(\text{cuerpo negro}) = K_\nu(T) \quad (2)$$

es decir que su coeficiente de emisión considerado como función de la frecuencia y la temperatura es precisamente $K_\nu(T)$. Se puede demostrar que esta función está relacionada con la densidad de energía $U_\nu(T)$ de la radiación de un cuerpo negro por la fórmula

$$U_{\nu}(T) = \frac{8\pi}{c} \cdot K_{\nu}(T) \quad (3)$$

siendo c la velocidad de la luz en el vacío.

Debido a la universalidad de la función $K_{\nu}(T)$, es decir, de su independencia de la naturaleza de los cuerpos en equilibrio en el campo de radiación, se llevaron a cabo grandes esfuerzos para determinar su forma. En los 40 años que siguieron al descubrimiento de la ley de Kirchhoff los numerosos intentos realizados para deducir la expresión correcta de la función $K_{\nu}(T)$, fueron infructuosos. En la Tabla I se aprecian tres de las más importantes fórmulas propuestas en este período.

La primera, deducida por Wien en 1893 sobre la base de la termodinámica, es conocida como la ley de desplazamiento de Wien, de acuerdo con la cual la función $K_{\nu}(T)$ es igual al producto del cubo de la frecuencia con alguna función $F(\nu/T)$ de la razón de la frecuencia con la temperatura.

TABLA I

Las formulas de Wien y de R.-J. para la intensidad especifica de radiacion de cuerpo negro.

Ley de desplazamiento de Wien $\nu^3 F(\nu/T)$
(1893)

Ley de radiacion de Wien $\frac{1}{\nu^2} f(\nu/T)$
(1896)

Ley de Rayleigh - Jeans $(\nu/c)^2 kT$
(1900-1905)

Sobre la base de consideraciones más bien heurísticas, Wien propuso tres años más tarde una forma explícita de la función F , resultando la llamada ley de radiación de Wien, en la cual las constantes α y β debían determinarse empíricamente.

En el año 1900 Rayleigh demostró que la aplicación del teorema de equipartición de la mecánica estadística a las vibraciones electromagnéticas en una cavidad lleva una fórmula distinta, que al ser corregida más tarde por Jeans tomó la forma de la tercera fórmula de la Tabla I (donde k es la constante de Boltzmann) conocida como la ley de Rayleigh-Jeans.

Si bien ambas leyes son de la forma requerida por la ley de desplazamiento de Wien, experimentos llevados a cabo a principios de siglo revelaron que ninguna de las dos coincide exactamente con la distribución de energía de radiación.

Resultó que la ley de radiación de Wien era una buena aproximación para frecuencias altas y bajas temperaturas, mientras que la de Rayleigh-Jeans lo era en el caso de bajas frecuencias y altas temperaturas.

Esta era pues la situación hacia fines del siglo pasado; tanto la termodinámica como la teoría de la electricidad y magnetismo eran incapaces de predecir la distribución de energía en el espectro de radiación del cuerpo negro.

La ley correcta -que coincidía con los datos experimentales- fue descubierta por Planck en 1900; una suposición realizada en su deducción marcó el nacimiento de una de las revoluciones más grandes en la ciencia: la teoría

cuántica. La ley de Planck puede ser escrita como:

$$U_\nu(T) = \frac{8\pi}{c} K_\nu(T) = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \cdot \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (4)$$

donde h es la llamada constante de Planck.

Un ingrediente esencial de la deducción original de la ley de Planck es un afortunado acierto que relacionado con la entropía de un oscilador lineal que interactúa con radiación.

De acuerdo con la ley de Kirchhoff la densidad de energía $U_\nu(T)$ es independiente de la naturaleza de los cuerpos que interactúan con el campo de radiación.

Planck eligió uno de los modelos más simple posible para estos cuerpos: los osciladores armónicos. Luego probó que la ley de radiación descubierta por él, puede ser deducida de una manera sistemática de las leyes de la teoría electromagnética y de la termodinámica, haciendo la siguiente suposición: un oscilador vibrando a una frecuencia ν puede tomar valores de energía $E, 2E, 3E, \dots$, donde $E = h\nu$ representa la cantidad más pequeña de energía que un cuerpo puede emitir o absorber.

Así Planck se vio obligado a introducir los cuantos de energía, noción que estaba en abierta contradicción con la teoría electromagnética de Maxwell que no restringe la cantidad de energía que un oscilador puede emitir o absorber.

Es fácil ver que si $\nu/kT \gg 1$ (altas frecuencias y bajas temperaturas) la ley de Planck se reduce a

$$U_\nu(T) \equiv \frac{8\pi}{c} K_\nu(T) = \frac{8\pi}{c} \alpha \nu^3 e^{-\beta(\nu/T)} \quad (5)$$

donde

$$\alpha = \frac{h}{c^2}$$

$$\beta = \frac{h}{k}$$

(6)

La fórmula (5) no es otra cosa que la ley de radiación de Wien, aunque ahora da expresiones explícitas para las constantes α y β .

Cuando $\nu/kT \gg 1$ (el límite de bajas frecuencias y altas temperaturas) la ecuación (4) se reduce a

$$U_\nu(T) \equiv \frac{8\pi}{c} K_\nu(T) = \frac{8\pi}{c} \left(\frac{\nu}{c}\right)^2 \cdot kT$$

que es la ley de Rayleigh-Jeans.



Max Planck (1858-1947)

ACTUALIDAD UNIVERSITARIA

El movimiento estudiantil, cuya actividad ha ido in crescendo en los últimos tiempos, ha dado un importante paso con la concentración convocada por la FUBA el pasado 22 de octubre ante el Ministerio de Cultura y Educación, donde fue entregado un petitorio con sus más sentidas reivindicaciones.

La repercusión que tuvo este acto, en parte debida a la acción policial contra estudiantes y periodistas de conocidos medios de prensa, (lo que derivó en protestas del gremio de prensa en Plaza de Mayo y numerosas expresiones de repudio a la violencia empleada frente a una manifestación pacífica) ha puesto de manifiesto ante la opinión pública que el estudiantado está reorganizando sus propios medios representativos para expresar sus opiniones y necesidades frente a una política educativa que las ha ignorado por completo.

Las inevitables referencias, por parte de las autoridades, a grupos que pretenderían capitalizar el malestar estudiantil, las advertencias e intimidaciones, y en general la campaña oficial con que se intenta minimizar las acciones estudiantiles, es continuamente desmentida por los hechos.

Cuando en la facultad de Medicina la Secretaría de Asuntos Estudiantiles organiza un recital de música nacional (con la actuación del cuarteto Zupay) y éste termina convirtiéndose espontáneamente, y contra todas las previsiones de sus organizadores, en una unánime protesta contra el arancel y pedido de democratización en la Universidad (algo simi-

lar ocurrió en Ingeniería en un recital de León Gieco).

Cuando un centenar de estudiantes de la Tecnológica se reúnen frente al Decanato para solicitar nuevos turnos de exámenes (y finalmente los obtienen).

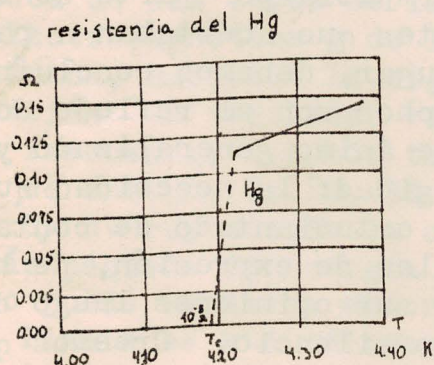
Cuando el Centro de Estudiantes de Ciencias Exactas (CECEN) llama a una conferencia de prensa en el comedor del pabellón I (el 29 de octubre) para denunciar la detención de estudiantes de nuestra facultad y reclamar la democratización de la Universidad, recibiendo la adhesión de los estudiantes que se encontraban allí.

Cuando, en fin, vemos que la columna que marchaba el 22/10 de económicas al Ministerio despierta a su paso numerosas expresiones de apoyo y simpatía por parte de los transeúntes que acertaban a pasar por el lugar, debemos concluir que estos hechos son el reflejo de un estado de ánimo generalizado y de una necesidad: la necesidad que tiene el estudiantado de contar con canales de expresión, de hacer escuchar sus opiniones luego de tan largo silencio. Creemos que este es el camino para que un sector tan numeroso aporte su fuerza creadora para revertir el acuciante panorama educativo.



Breve reseña histórica y fenomenología de la SUPERCONDUCTIVIDAD

En 1911 Kamerlingh Onnes y sus colaboradores dan un paso trascendente, tanto en el aspecto científico como en las implicancias tecnológicas. Realizando mediciones sobre la conductividad eléctrica del Hg, descubren que la resistencia del mismo cae, casi abruptamente, a 0 ohms a una temperatura de 4.6 K. Esta propiedad de la materia se dio en llamar superconductividad.

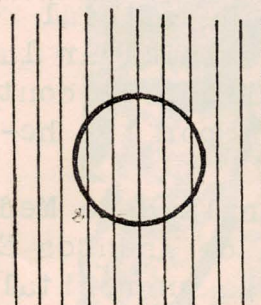


Las mediciones posteriores mostraron que varios elementos de la tabla periódica presentan tal propiedad, los correspondientes a los grupos: IV-A, V-A, VI-A, VII-A, II-B, III-B, IV-B, principalmente. A una temperatura menor que la llamada temperatura crítica T_c la resistencia del material es nula. La T_c más alta de los elementos muy puros es la del Nb con $T_c = 9.2$ K. Estas temperaturas tan bajas son serio inconveniente para la aplicación de la superconductividad a la tecnología eléctrica, por ejemplo la construcción

de bobinas superconductoras, productoras de campos magnéticos más intensos que los producidos por otros medios. En relación con lo anterior, se descubre que la conductividad infinita no es la única característica del estado superconductor, sino el comportamiento de los campos magnéticos en presencia de superconductores. Meissner y Ochsenfeld, en 1933, encontraron que, enfriando un superconductor a una temperatura menor que la T_c , resulta que en el momento de la transición las líneas de inducción magnética B son expulsados del interior del superconductor. Este es el efecto Meissner, es decir que el superconductor masivo se comporta, en presencia del campo externo H , como si dentro de la muestra $B = 0$:

$$B = H + 4\pi M = 0 \text{ (cgs)}; \quad M = -\frac{I}{H} \frac{1}{4\pi}$$

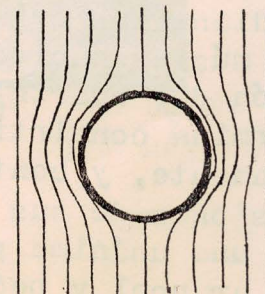
donde M es la magnetización.



Efecto Meissner

el campo magnético es aplicado en el estado normal

cuando la muestra es enfriado por debajo de T_c el campo es expulsado de la misma



Este resultado no puede deducirse a partir de la ley de Ohm $E = \rho J$.

Como en el estado superconductor $\rho = 0$ y J se mantiene finita, es $E = 0$. Por una de las ecuaciones de Maxwell :

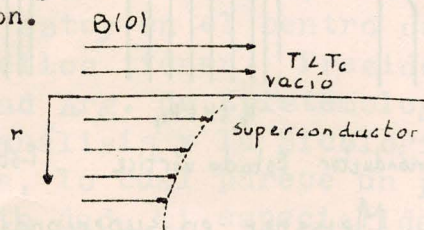
$\nabla \times E = -1/c (dB/dt)$, es decir

$(dB/dt) = 0$ con ello $B = \text{cte}$; sin embargo el flujo magnético sufre un cambio en la transición. El efecto Meissner revela que el diamagnetismo perfecto ($B = 0$) es una propiedad esencial del estado superconductor.

En 1935 F. London y H. London, basándose en que la J en el estado superconductor es debida a electrones normales (constituyendo un fluido normal) y a electrones superconductores (en el fluido superfluido modelo de dos fluidos) explican el efecto Meissner. Un resultado muy importante de esta teoría, es el amortiguamiento exponencial del campo B , a medida que éste penetra en el superconductor en una relación del tipo :

$$B(r) = B(0) \exp(-r/\lambda_L)$$

donde λ_L es profundidad de penetración de London.



Experiencias en la década de los años '30 en bobinas superconductoras mostraron que dicho estado desaparece al someter a la muestra a campos superiores a un campo dado. Este es el campo crítico H_c , característico para cada superconductor.

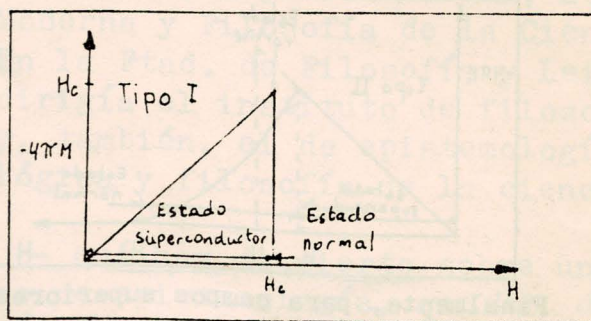
El campo crítico, utilizando argumentos termodinámicos, resulta ser función de la temperatura, su expresión aproximada :

$$H_c = H_0 \left(1 - T^2/T_c^2\right)$$

Los superconductores de acuerdo a su comportamiento en campos magnéticos se los clasifica en :

Superconductores del tipo I :

Llamados también superconductores blandos, exhiben una curva de imantación, en función del campo H , característica de un efecto Meissner completo. Para un H menor que el crítico, H y M están vinculados linealmente, con $B = 0$. Para H mayor que H_c la muestra masiva realiza su transición al estado normal, con una imantación muy pequeña.



Los elementos de la tabla periódica, en elevado grado de pureza, son ejemplos de este tipo de superconductores. En 1957 Baarden, Cooper y Schrieffer elaboraron una teoría para este tipo de superconductores. Basándose en mediciones de la capacidad calorífica de los estados normal y superconductor, el comportamiento de muestras superconductoras sometidos a las radiaciones en las frecuencias del infrarrojo y microondas, elaboraron una formulación cuántica de la superconductividad.

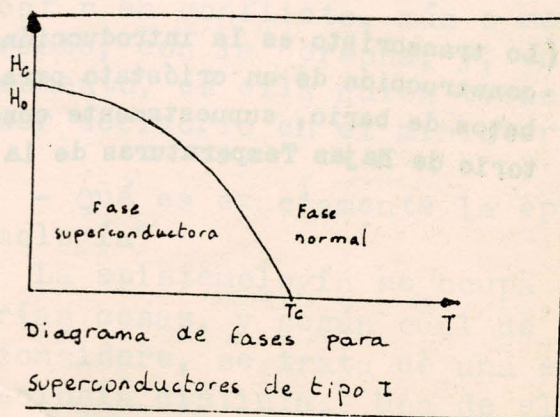
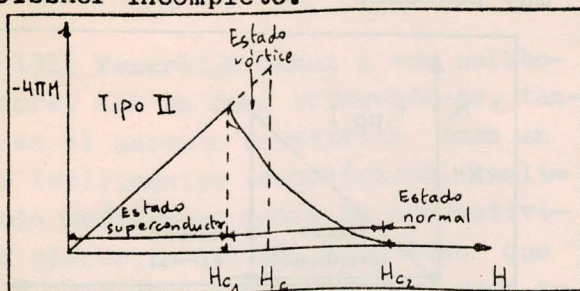


Diagrama de fases para Superconductores de tipo I

Superconductores del tipo II:

En estos materiales la curva de imanación ofrece las siguientes características: las líneas del flujo magnético comienzan a entrar en la muestra para un H menor que el H_c termodinámico. El material se halla en estado vórtice entre H_{c1} y H_{c2} . Las propiedades eléctricas superconductoras se mantienen en este estado, siendo el efecto Meissner incompleto.



Finalmente, para campos superiores al campo crítico superior H_{c2} , B logra penetrar completamente en la muestra, pasando esta al estado normal.

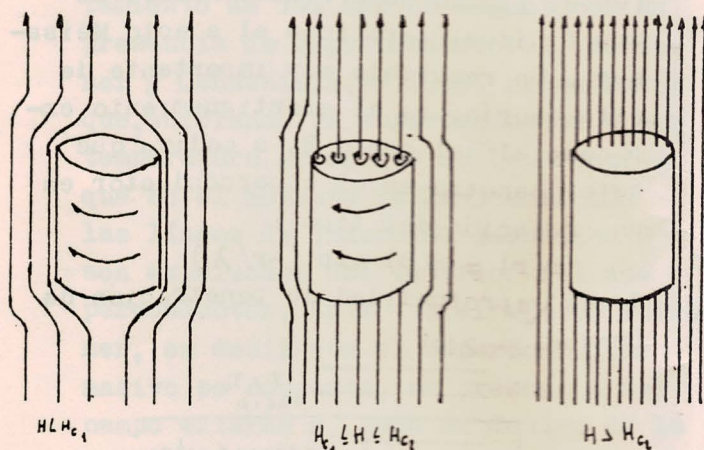
En el estado vórtice las corrientes superconductoras se distribuyen en remolinos rodeando regiones en estado normal, de forma cilíndrica, llamados fluxoides. En las proximidades del H_{c2} , los fluxoides son comprimidos penetrando el campo exterior en la muestra.

Abrikosov es autor de esta teoría. Existe una relación aproximada de los campos críticos superior e inferior:

$$H_c \approx (H_{c1} \cdot H_{c2})^{1/2}$$

Efecto Meissner en superconductor del tipo II:

A este tipo de superconductores pertenecen un número considerable de aleaciones metálicas, elementos con distintos porcentajes de impurezas y soluciones sólidas. Estos tienen mayor interés tecnológico, que los superconductores del tipo I, pues ellos tienen campos críticos mucho más elevados. Esto último es de gran importancia para la fabricación de alambres para bobinas superconductoras, producidas industrialmente. Además, en estos compuestos es factible alcanzar temperaturas críticas más elevadas que en los superconductores del tipo I acaparando un interés de carácter técnico y económico.



Estado superconductor Estado vórtice Estado normal

Efecto Meissner en superconductor del tipo II

(Lo transcripto es la introducción del informe de Laboratorio II acerca de "Diseño y construcción de un crióstato para la medición de la temperatura crítica en metaáluminos de bario, supuestamente conductores.", realizado por Andrés Ozols, en el Laboratorio de Bajas Temperaturas de la F.C.E.N.)

Entrevista con el Dr. KLIMOVSKY

- Dr. Klimovsky: Podría presentarse ante nuestros compañeros?

- Yo, como es sabido, soy lógico-matemático, epistemólogo y filósofo. Fui profesor titular en las Univ. de Buenos Aires, La Plata, del Litoral y de Cuyo. Aún soy profesor plenario en el Centro de Altos Estudios en Ciencias Exactas (CAECE), además de ser profesor titular y director de carrera en la Univ. de Belgrano.

Dirijo varios centros de estudio e investigación; estoy en el consejo de administración del Instituto Di Tella, del cual sobreviven los grupos de investigación en cs. sociales y economía; soy miembro de la Sociedad Arg. de Análisis Filosófico, donde, además, estoy en el centro de lógica que ellos tienen. Presido la Sociedad Arg. de Epistemología del Sicoanálisis y la Psicología Profunda, lo cual parece un poco insólito dada mi especialidad, pero sucede que he trabajado mucho con siquiátras y psicólogos en cuestiones de metodología de sus disciplinas. Además tengo a mi cargo grupos de estudio y tesis, en diversos temas, que van desde lógica matemática hasta epistemología.

La cátedra que, en cierto modo he conservado con más cariño, es la de Fundamentos de Matemática, que dicto en el CAECE; ésta es una materia doble, ya que mitad es lógica matemática y mitad es historia de la fundamentación de la matemática.

En la Ftad. de Ciencias Exactas, fui miembro del depto. de matemática y dicté cursos sobre Teoría de Conjuntos, Álgebra Moderna, Lógica Moderna y Filosofía de la Ciencia. En la Ftad. de Filosofía y Letras dirigía el instituto de filosofía y, también, el de epistemología, lógica y filosofía de la ciencia.

- Qué hay de cierto sobre un curso de epistemología, que Ud. dictaría en la UBA?

Si alguien tiene ese proyecto se olvidaron de notificármelo. Es algo difícil que yo en la UBA pueda dictar un curso.

- Lo que sucede es que como existía un proyecto sobre un curso de epistemología, pensamos que quizás lo dictaría Ud.

Yo no tengo ningún inconveniente, pero creo que tendría que ocurrir un milagro muy extraño para que eso suceda. Debo decir que entre mis antecedentes siempre estuvo el estar en conflicto, más o menos directo, con la derecha, y, en este momento, es ella quien tiene el poder decisorio en el ministerio.

- Qué es exactamente la epistemología?

La epistemología se ocupa de varias cosas, y según cual de estas considere, se trata de una epistemología distinta. Una de ellas se ocupa de como surge el conocimiento científico, como se reproduce y como es que la humanidad llega paulatinamente a crear teorías cien-

tíficas o hacer descubrimientos. Es un problema muy interesante, y la historia de la ciencia muestra que en general, nunca fue un proceso fácil; se tuvo que hacer la mayoría de las veces, a contrapelo, con verdaderas tragedias personales, y, a veces, combates ideológicos.

Hay escuelas muy importantes, como por ejemplo la del sicólogo ginebrino J. Piaget que se ocupó de estudiar cómo se adquiere el conocimiento en el niño, como se adquiere conocimiento biológicamente en el suceder de las especies, como lo adquiere el adulto, y como lo hacen la humanidad y la comunidad científica. La idea que estos estudiosos tienen es que los procesos son más o menos parecidos, en todos estos casos. Debido a estas cuestiones es que ha cambiado un poco la concepción de lo que debe ser el aprendizaje. Ahora se lo ve como un proceso más creativo, y a veces como algo más parecido al arte de lo que en su momento se lo consideraba, donde el empirismo, el asociacionismo y la erudición parecían ser lo fundamental.

Bueno, eso es a lo que yo no me dedico; estudio otro aspecto de la epistemología, que es de carácter más lógico. En éste se investiga cómo se sabe si una teoría es buena o mala, ya sea en física, biología o en ciencias humanas. Porque teorías se producen muchas, pero el problema es como saber si realmente dan conocimiento, informan, o son pura fantasía, puro macaneo. Tiene que existir algún criterio que separe lo auténtico de lo fantasioso, y esto es a lo cual yo me dedico. Qué estructura lógica tiene una teoría, que rela-

ción tiene una teoría con la experiencia y con la práctica; qué papel desempeña la deducción, la inducción, la probabilidad y otros mecanismos; cómo se definen o se constituyen conceptos; sobre todo justipreciar la cercanía o distancia que hay entre una teoría y la realidad; éste es el otro aspecto de la epistemología, es el que a mí me interesa.

Porque no cabe duda que estamos en un siglo de revoluciones científicas, y quieran o no estos son problemas que han surgido. Con la aparición de la teoría de la relatividad estas discusiones resurgieron: cómo se prueba desde el punto de vista del conocimiento que tiene razón esta teoría en decir "la simultaneidad no es absoluta sino relativa, pero el intervalo es absoluto no relativo"? O, en el caso de las matemáticas, que es un problema muy diferente, ya que ésta se parece mas bien a la lógica aplicada, qué tipo de entidad es una teoría matemática, un sistema axiomático, y si no se lo quiere ver así, qué tipo de entidad son las estructuras de las que nos hablan la teoría de conjuntos o la teoría de las categorías.

Me interesa el problema de la lógica misma. Al ser ésta una piedra de toque, para decir si una teoría es buena o no, y diferenciar lo que es deducción de lo que es prueba o definición, epistemológicamente me he interesado en la lógica; si hay una sola o varias, y cuáles son los criterios que dicen que una es preferente a otra.

También me atrae la lógica matemática vinculada con las ideas de Goedel, sobre las limitaciones que tienen la teoría y el conocimiento matemáticos; si existen barreras que no se van a poder pasar,

como por ejemplo los resultados de ciertas investigaciones que mostrarían que por muy perfeccionada que sea una computadora "digital", hay funciones matemáticas que nunca podrán ser calculadas por estas. Este resultado es muy extraño, y entender exactamente lo que significa, exige algunos puntos de vista muy delicados, especialmente relacionados con lo que se llama "teoría de las funciones recursivas", una de las líneas más interesantes de la matemática moderna.

- Suena muy difícil de a ratos todo eso.

Pero se puede entender fácilmente. Si uno lo dijera en términos matemáticos, es fácil probar que para que una computadora pueda resolver una función, ésta tiene que tener un programa que le de las instrucciones para calcularlo. Un programa tiene que ser una frase finita, por larga que sea, tiene que empezar y tiene que terminar. Al ser finita es una sucesión finita de signos, eso muestra que los programas son un conjunto numerable, y se pueden poner en orden. Por otra parte, es bien sabido que las funciones de números naturales en números naturales forman un continuo, por consiguiente hay más funciones que la lista de todas las instrucciones posibles que se puedan dar a computadoras. Mas aún, puedo decir que lo más probable, dada una función matemática, es que no sea calculable. Lo que ocurre es que en general las que importan para un físico son calculables, sino las computadoras realmente servirían de poco.

Ese teorema, enunciado en 1936 por seis personas independientemente, sufrió a su vez algunas transformaciones medio extrañas,

por ejemplo muestra también que hay "problemas" matemáticos que una computadora digital nunca va a poder resolver. Esto sería una limitación natural en los métodos de computación y de cálculo de carácter digital.

-Porqué aclara tanto lo de computación digital? Hay algún otro método que permita hacer todo eso?

Bueno, en realidad están los métodos analógicos que en principio sortearían parcialmente esa cuestión, pero tienen otra dificultad que es ya una limitación de la física; porque si bien con analogías se puede hacer en principio y teóricamente mucho más, desgraciadamente hay átomos, espacio vacío e indeterminaciones que hacen a todo aparato de este tipo trabajar con el ϵ de error. Es un poco lo que recuerdo que Rey Pastor decía en burla cuando se refería a la regla de cálculo, que es un clásico instrumento analógico: "un ingeniero es una persona que para saber cuanto es dos por tres agarra la regla de cálculo y se entera que es 5,9 y 6,1".

En resumidas cuentas, o estamos embromados con las digitales por los teoremas que yo señalé o lo estamos por las limitaciones físicas de la construcción de las computadoras analógicas.

El resultado curioso es que desde el punto de vista de la teoría matemática que caracteriza a la matemática moderna, especialmente a la teoría de conjuntos, hay grandes limitaciones de tipo efectivo para decidir acerca de problemas o acerca de cálculos. Así y todo, lo que se puede hacer es mucho.

De este tipo de problemas, que no solo existen en matemática sino también en física, biología,

sociología y de muy diversos tipos, nos ocupamos los epistemólogos.

- Ud. no cree que debería haber una materia como epistemología en las carreras científicas?

Yo no lo dudo, siempre lo he preconizado. En los años sesenta habíamos organizado una materia de epistemología y metodología de carácter obligatorio donde de un pantallazo se veían los métodos y problemas de cada disciplina. Me parece raro que la física no se encuentre con esto.

Nosotros incluso habíamos pensado hacer un departamento de epistemología y metodología, pero, como era de esperar, el intento fue frenado. Tal vez tenían razón y las cosas no estaban maduras, pero a mi entender es preferible hacer algo antes que nada.

También sería muy útil para economistas, ya que tienen problemas muy curiosos sobre los modelos que están haciendo, cómo validar sus teorías, y yo tengo muchas dudas si un modelo económico como teoría se pueda validar por los procedimientos usuales. Hay un libro del que justamente ahora es primer ministro en Grecia, Andreas Pappandreu, llamado "La economía como ciencia", en el que hace un análisis epistemológico de la economía y llega a la conclusión de que no hay medios definitivos de probar modelos económicos. No se si tiene razón o no, pero es un problema interesantísimo para discutir.

Por otro lado, las ideas pedagógicas contemporáneas a nivel secundario y terciario, como las que preconiza la UNESCO, tienden a que los estudiantes tengan una información lo más interdisciplinaria posible, que tengan una formación metodológica muy fuerte y un

panorama cultural más amplio del que comunmente tienen. Está bastante probado que en general los descubrimientos revolucionarios fueron hechos por gente de gran cultura y un amplio espectro de información en distintas disciplinas. Raramente un descubrimiento revolucionario que haya cambiado la historia de la ciencia vino de un especialista estrecho, por ejemplo Neumann era matemático, físico, lógico y economista; Einstein, a los 17 años había organizado en su casa un seminario de estudios filosóficos con varios de sus compañeros. Se habían despachado todos los libros de filosofía moderna desde Kant hasta Mach. Poincaré era otro ejemplo. Eran todos tipos temibles.

En cambio yo aquí no veo la tendencia a formar ese tipo de gente, a veces los especialistas se parecen mucho más a técnicos o tecnócratas que a hombres de ciencia.

Me parece que un país como el nuestro que debe tomar decisiones propias que impliquen de alguna manera no ser dependientes, es decir que debe conocer sus propios problemas, y debe conocer, por su propia información, como resolverlos sin dejarse influir por consejos de afuera, que generalmente son muy mal intencionados. Se debe formar un tipo de científico que sea muy diestro, pícaro y rápido, y no un tecnócrata limitado y muy imitativo de las modas extranjeras, para solucionar nuestros problemas.

-Usted está tocando otra pregunta que le íbamos a hacer: ¿cual cree que debe ser el rol de los científicos en la Argentina y de la ciencia en general?

Creo, en contra de lo que creen muchos colegas míos, que el desa-

rollo de las ciencias básicas de un país tiene mucho que ver con la resolución de problemas aplicados. Es decir que un rol humilde y básico que tienen los científicos en la Argentina es lograr que tengamos buenas ciencias básicas. Hay un prejuicio según el cual lo que uno tiene que dedicarle es ciencia aplicada, debido a la gran cantidad de problemas urgentes e inmediatos por resolver. Pero eso no es sólo así. Recuerdo que alrededor de 1950 me sorprendió ver artículos sumamente abstractos en revistas matemáticas, financiadas por la Secretaría de Aeronáutica y Marina de EE.UU. y como no tenía idea de que estuvieran contribuyendo al desarrollo de la cultura por amor a ella, pensé que había gato encerrado; entonces, averigüé que habían llegado a la conclusión después de la segunda guerra mundial, que las grandes invenciones, las soluciones a los grandes problemas, las habían aportado no los especialistas, sino los científicos puros.

Creo que habría que discutir los puntos de las ciencias básicas que más nos interesan, no para prohibir que se hagan las otras, ya que nunca se sabe que camino va a tomar la creatividad científica, sino para enfatizar aquellos puntos que para el país puedan ser evidentemente más importantes por sus urgencias.

Después de haber reconocido esto, el otro problema del que los científicos deben hacerse eco, son las necesidades nacionales. Tienen que pensar en que medida su ciencia puede contribuir a resolver problemas y esto implica reconocer cuales son los problemas nacionales, cosa que en general los científicos desconocen. Además la resolución de un pro-

blema depende de la ideología que uno tenga, ya que lo que para una persona puede ser muy urgente tal vez otra lo declare sin importancia. Es aquí donde yo creo que el científico le va a devolver al país, con su ciencia, lo que éste le dió. Además, como ciudadano y como ser humano, siente éticamente la necesidad de brindar a sus semejantes todo en lo que pueda ser útil.

Yo diría que los aspectos ideológicos de la ciencia, los aspectos éticos, y aquellas cosas que de alguna manera son obligación moral del científico para con su sociedad, deben ser discutidos. Ningún científico debe pensar que discutir lo que pide el país de nosotros, sus flaquezas, sus falencias, es hacer algo que NO le compete como científico. En este sentido pienso que encerrarse en una torre de marfil sin ver alrededor, es un acto de egoísmo y es un acto político negativo.

Esto puede llevar a pensar que estas cuestiones de carácter político no son la misión de la universidad, pero esto es erróneo ya que yo sostengo que eso se debe discutir. No me refiero a que haya que hacer política en un sentido partidista, lo que se puede discutir si se debe hacer en la facultad o no, simplemente se deben intercambiar opiniones en forma científica sobre problemas políticos, doctrinas políticas, problemas nacionales, cuestiones de ética, ya que son los problemas centrales, que nos tocan como hombres.

Sino cual sería el sentido de la cultura, si la ciencia es una especie de lujo o un pasatiempo como el ajedrez. No veo que profesores y estudiantes puedan limitarse a jugar una especie de

gigantesco ajedrez con lo que es tan investigando, sino que tienen que ocuparse de otro tipo de cosas. Debo agregar que no es esta una idea impune, ya que por sostenerla es que estoy fuera de la universidad.

- Justamente es eso lo que que ríamos preguntarle. Cuál es el motivo por el cual Ud. no integra el plantel de profesores de la UBA?

Bueno, supongo que es por cuestiones ideológicas. Como siempre me declare politizante, siempre me declaré antinazi y antifascista, como siempre tomé la democracia de manera un tanto militante y soy, aunque amante de la democracia también izquierdista en mis concepciones sobre el funcionamiento de la sociedad, y los que de alguna manera comandan la universidad desde la época de Onganía en adelante son más bien la derecha, no soportarían el verme dentro de ella. Sin embargo, aclaro que durante la época de Onganía, y a pesar de lo que pasó en Cs.Exactas, fui profesor en la Univ. de La Plata; pero la situación actual es francamente mucho más reaccionaria y autoritaria de lo que fue en aquel momento.

Mientras siga habiendo gente influyente, como el Dr. Zardini, que cuenta con el apoyo de sectores del ejército, las cosas no van a mejorar.

- Cuál cree que debe ser el rol de los estudiantes en la vida universitaria?

Los estudiantes tienen varias misiones que cumplir: como usuarios y consumidores directos del producto que se les ofrece, tienen que ser los que lo valoricen, hagan el balance y denuncien los

alcances y carencias de la institución. En segundo lugar deben hacerse eco de los problemas nacionales y de la manera en que la universidad puede llegar a solucionarlos. De todas maneras está en la ética de los estudiantes hacer lo posible para lograr un buen aprendizaje, aún cuando los profesores sean malos. Recuerdo que en una época en que la universidad no era buena, formamos grupos de estudio junto con profesores, para perfeccionarnos.

Creo, a su vez, que la universidad no es, pero debiera ser, una escuela de aprendizaje para la futura ciudadanía y para su clase dirigente, ya que no puede negarse que los egresados universitarios gravitan de manera muy especial en el futuro del país y en sus estructuras. En este sentido, creo necesario reproducir en la facultad la discusión sobre el país que queremos.

- Qué opina sobre la autonomía universitaria?

Con respecto a esto hay que distinguir sobre si autonomía universitaria significa que la universidad tome sus propias decisiones, para esto hay que poner las cosas en un marco nacional. Si existe un grado aceptable de democracia y futuro político en el país, es autoevidente que la universidad tiene que ser un organismo autónomo. Lo que pasa, es que en momentos autoritaristas y políticamente malos, como los actuales, la universidad sufre el hecho de que el país funcione en forma anómala. O sea, la autonomía es esgrimida, hasta paradójicamente por este tipo de gobierno, para indicar que nadie debe meterse ahí, y eso tiene que fun-

cionar como está, pero resulta ser que las mismas autoridades y profesores fueron colocados por el mismo gobierno. Autonomía, en este caso, significa estar en manos de una comunidad que no es auténtica ni legítima.

Pienso que autonomía debe ser una secuela de una reorganización en la universidad, a la que vuelvan a ser invitados todos aquellos que en algún momento la constituyeron. Lógicamente, debe de tenerse en cuenta que, entre el éxodo de científicos, la gente que quedó fuera y la infiltración de gente no idónea dentro de la universidad misma, hablar de autonomía es como convalidar el delito que algunos gobiernos han cometido con la universidad.

Resumiendo, en una situación anormal el problema no pasa por la autonomía, sino por como se logra una reorganización adecuada y democrática en la universidad.

- Considera usted correcto que se constituyan centros de estudiantes?

Pero eso ni que hablar, siempre pensé que las organizaciones estudiantiles tienen un innegable papel que cumplir. Los estudiantes tienen que constituir centros dedicados no sólo a detalles como editar apuntes o vender útiles y libros sino de defensa de sus intereses gremiales, denunciando falencias, realizando intercambios con otras instituciones, y yo diría, crear un tipo de desarrollo cultural y científico dentro del nivel en que se encuentran. Hasta en lugares sin la concepción adelantada que tenía el reformismo sobre el papel de los estudiantes -que yo sigo sosteniendo- defendiendo

el hecho de que deben estar en el gobierno de la universidad como parte gravitante del mismo, se consideran a los estudiantes con una importante labor en la organización de conferencias, cursos, seminarios, congresos, actividades musicales y de tipo político; no existiendo esto, hay algo muy palpable que falta.

En el actual marco totalmente autoritarista, el principal peligro para las autoridades, con la concepción que sostienen del gobierno, es la organización estudiantil, ya que esta, automáticamente, tendrá un carácter de denuncia, que es lo que no quieren que exista en las facultades.

Evidentemente todo lo que huele a democrático, a estudio de la situación nacional, de irradiación cultural, de libertad y pluralismo no puede gustarles.

- Cree que el arancel en las universidades estatales es la solución a sus problemas presupuestarios?

No, el arancel va en contra de toda una serie de posiciones muy importantes que los reformistas siempre hemos sostenido, y estas son que la educación debe ser pública, democrática y gratuita.

Cualquier cosa que signifique pagar es una discriminación, y es bastante parecido a las leyes inglesas que sólo permitían votar a los que pagaban más de una cierta cantidad de impuestos, lo que ahora ha sido un poco atenuado, pero muchas veces lo que se llamó democracia en Europa y EE. UU. era medio peculiar: si uno no tenía una cierta cantidad de dinero no estaba inscripto en el padrón; Argentina en ese sentido era, desde la ley de Sáenz Peña, mil veces más democrática, votaban todos. Toda discriminación que

implicitamente aristocrático, ya sea por el lado de la cultura o por el lado del dinero, nuestra capacidad de votar o de tomar decisiones es negativa.

En segundo lugar, creer que el arancel universitario puede solucionar el problema de la investigación científica en la universidad es un disparate, la cantidad de dinero que se necesita tiene que venir de impuestos o de una organización del presupuesto nacional de modo que sea realmente significativo.

El arancel como solución a los problemas que surgen de la compra de instrumental científico, no sirve realmente para nada, pero para discriminar y poner dificultades a los estudiantes, si es efectivo. El arancel me parece negativo, en primer lugar como postura política del gobierno y del estado contra los estudiantes, y en segundo lugar porque como concepción ligada a la solución de un problema, aunque más no sea el de las becas o el de facilitar el estudio, me parece algo así como arreglar el presupuesto de una casa suprimiendo el chocolate del loro; y además para colmo dudo que ese dinero sea utilizado en becas. Han protestado mucho algunos rectores contra este tipo de dudas, pero a mí me consta por infidencias ligadas a la secretaría de Hacienda, que ese dinero ha tenido utilidades parciales en otra dirección, o sea que si se quiere, está malversado. La situación me parece deleznable, gratuita y hasta un tanto delictuosa.

- Conoce el nuevo estatuto de la UBA?

No lo leí detenidamente, pero es una especie de imitación del estatuto universitario de 1957; se

han conservado ciertas maneras de hablar y de plantear las cosas, pero por cierto se han cercenado todas las medidas de organización democrática, de representación estudiantil y de graduados, de funcionamiento electivo sistemático de la universidad. Hay cosas que son directamente el colmo del disparate, como la incompatibilidad de ser autoridad universitaria y ser miembro militante de un partido político, lo que evidentemente delata la mentalidad de tipo fascista que guía a quienes redactaron estas modificaciones.

Esto lo digo totalmente adrede ya que una persona que tenga concepciones democráticas de la sociedad y que comprenda la necesidad de los partidos políticos en el funcionamiento de ésta, celebraría que en los partidos políticos haya gente que sea autoridad universitaria. Por consiguiente quien ve mal esto es porque piensa que las autoridades universitarias no deben tener críticas contra el actual sistema, y pretender que no tengan incumbencias con partidos políticos, no es difícil de ver que origen político tienen.

- Para finalizar, queremos pedirle si podría realizar una conferencia sobre su especialidad, ante nuestros compañeros.

Sí, no tendría ningún problema.

Nota de la Redacción:

Los que estén interesados en participar de esta conferencia, que se realizará en el mes de diciembre, ponganse en contacto con nuestra revista.

Reportaje al Dr. Santa/ó

- En qué estado se encuentra la investigación matemática en el país?

- La matemática en el país cuenta con la tradición dada por Rey Pastor, en los años 30-40, y luego por Gonzalez Dominguez. Actualmente, han regresado matemáticos de gran nivel, que han actuado con mucho éxito en el exterior, como el Dr. Calderón, el Dr. Porta y el Dr. Segovia.

- Existen grupos de investigación?

- En la Facultad, los profesores full-time deben dedicarse a la investigación; algunos lo hacen individualmente y otros en grupos; estos son: ALGEBRA, con los Dres. Gentile, Martinez y Villa mayor, y la colaboración de matemáticos jóvenes; ESTADISTICA, con Yohay; GEOMETRIA, con Noriega y Toranzos, grupo al que se han sumado Birman y Keilhauer entre otros; MATEMATICA APLICADA, con el Dr. Milasciewicz; TOPOLOGIA, con el Dr. Larotonda; un grupo de ANALISIS COMPLEJO, dirigido por Miguel Herrera con valiosos elementos jóvenes y principalmente, el grupo de ANALISIS MATEMATICO Y FUNCIONAL dirigido por Calderón y Segovia.

En el resto del país, podemos destacar en Córdoba al Instituto de Matemática, Astronomía y Física, con los Profesores Tirao, Cristian Sanchez y Alagia, que trabajan en grupos de Lie y Geometría Diferencial; en Bahía Blanca, el grupo de análisis con el Dr. Panzone; en San Luis,

Enzo Marchi se dedica a la teoría de juegos. Finalmente, un grupo vinculado con el de Miguel Herrera trabaja en La Plata, en funciones de varias variables complejas. Es posible que me olvide de otros grupos. En resumen, creo que la Matemática en la Argentina está en un buen nivel.

- Con qué apoyo cuentan?

- Como la matemática no es una ciencia experimental, sólo necesita sueldos para docentes y becarios, que son provistos generalmente por el CONICET.

Uno de los mayores problemas es la biblioteca, la que necesita para mantenerse al día con las publicaciones U\$S 25.000 anuales; esto se obtiene de subsidios proporcionados por el CONICET y la SECYT, ya que la Universidad no llega a cubrirlos.

- Qué piensa del actual nivel de enseñanza superior y qué mejoras propondría?

- Haría falta abrir nuevas ramas.

Hace dos años se creó la Licenciatura en Matemática Aplicada, a la cual los profesores dieron mucha importancia, pero no tuvo demasiado éxito, tal vez por la falta de información o tan sólo por inercia.

También se ha planeado la Licenciatura y Doctorado en Computación, introduciendo más teoría de la computación, lenguajes y todo lo que se llama informática. Esto daría un escalón más a la carrera de Computador Científico, la que

debería quedar como título intermedio, ya que ha dado muy buenos resultados.

- Piensa que el arancel es la solución a los problemas presupuestarios?

- Esto del arancel, yo nunca supe porqué se puso. Personalmente creo que es algo simbólico que puede ser bien utilizado en entrega de becas y mejoras en general. Pero hay otros problemas como la actualización de la universidad, hacer que haya computadora para los computadores en la Facultad, poner en condiciones las bibliotecas, horarios adecuados para los alumnos.

Para mí el arancel, con los montos establecidos, es un problema secundario; no creo que tenga importancia ni su existencia ni su supresión.

- Cuál cree que debe ser el rol de los estudiantes en la Facultad?

- Para todo lo que sea facilitar a los alumnos el estudiar, creo que corresponde a los mismos el organizarse, peticionar, hablar con el Decano, con los jefes de departamento.

El estudiante es un profesional, su misión es estudiar, para mejor formarse en su profesión futura, pero su profesión actual es la de estudiante. Puede opinar, incluso yo le daría el derecho de huelga, me parece excelente organizar actividades deportivas o funciones artísticas, criticar la organización universitaria, presentar petitorios; pero no mucho más que esto. Es decir, no creo deban intervenir en la dirección académica.

- Está de acuerdo con la publicación y difusión de este tipo de revistas?

- Sí, me parece excelente; deben exponer su opinión, hacer críticas a profesores y autoridades, porque sería un acicate, por ejemplo: hacer gestiones ante la Universidad para que pongan mas líneas de colectivos para llegar a la Ciudad Universitaria, publicar apuntes y otras cosas por el estilo.

UN MÉTODO MATRICIAL PARA LA RESOLUCIÓN DE UN SISTEMA LINEAL DE CONGRUENCIAS

Por John Silvester

Un método familiar para la resolución de una ecuación diofantina del tipo :

$12x + 41y = 1$, es aplicar el algoritmo de división repetidas veces hasta que se obtiene resto 1.

$$41 = 3 \cdot 12 + 5$$

$$12 = 2 \cdot 5 + 2$$

$$5 = 2 \cdot 2 + 1$$

Y luego, revertir el proceso :

$$\begin{aligned} 1 &= 5 - (2) \cdot (2) = 5 - 2 \cdot (12 - 2 \cdot 5) = \\ &= (5) \cdot (5) - 2 \cdot 12 = 5 \cdot (41 - 3 \cdot 12) - 2 \cdot 12 = \\ &= 5 \cdot 41 - 17 \cdot 12 \end{aligned}$$

En consecuencia : $x = -17$, $y = 5$ es la solución.

El método alternativo, recuerda el método de operaciones sobre filas para invertir matrices y, en efecto, éste ejecuta las dos mitades del cálculo anterior simultáneamente, y se extiende a un número de problemas relacionados. A fin de resolver la ecuación diofantina

$ax + by = 1$, donde $(a,b)=1$, escribimos la matriz :

$$A = \begin{pmatrix} a & 1 & 0 \\ b & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

y luego ejecutamos operaciones fila de tipo entero, hasta que la primera columna contenga un +1. Así, para resolver :

$12x + 41y = 1$, ejecutamos la siguiente secuencia de operaciones sobre filas:

$$\begin{aligned} A &= \begin{pmatrix} 12 & 1 & 0 \\ 41 & 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 12 & 1 & 0 \\ 5 & -3 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \\ &\rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 7 & -2 \\ 5 & -3 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 7 & -2 \\ 1 & -17 & 5 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

La solución : $x = -17$, $y = 5$ ahora aparece en la fila que comienza en +1. Nótese que en cada paso elegimos la fila que tiene el elemento de la primera columna con menor valor absoluto, y sustraemos de otra fila un múltiplo apropiado de ésta para reducir el módulo del elemento de su primera columna tanto como sea posible.

Una forma útil de comprobación es proseguir un paso más, hasta obtener un $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ o $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ en la primera columna, de esta forma:

$$A \rightarrow \dots \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 7 & -2 \\ 1 & -17 & 5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 41 & 12 \\ 1 & -17 & 5 \end{pmatrix}$$

Luego: $5 \cdot 41 - 17 \cdot 12$ aparece como el valor del determinante de la matriz una vez eliminada la primera columna; este es, como deseamos, igual a 1.

Aquí hay un segundo ejemplo: para resolver

$$\begin{aligned} 8x + 13y &= 1, \text{ escribimos:} \\ \begin{pmatrix} 8 & 1 & 0 \\ 13 & 0 & 1 \end{pmatrix} &\rightarrow \begin{pmatrix} 8 & 1 & 0 \\ -3 & -2 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & -5 & 3 \\ -3 & -2 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

dándonos, de la primera fila, $x = 5$
 $y = -3$ (nótese el cambio de signo)
 Justifiquemos el método. Cada operación entera sobre filas es equivalente a multiplicar a izquierda por una matriz elemental de la forma $\begin{pmatrix} 1 & n \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ ó $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ n & 1 \end{pmatrix}$ para algún n ; así, la secuencia de operaciones multiplica a A

a izquierda por alguna matriz :
 $B = \begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix}$, donde p, q, r y s son números enteros tales que $p.s - q.r = 1$.

En consecuencia:

$$B \cdot A = \begin{pmatrix} p & q \\ r & s \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a & 1 & 0 \\ b & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p.a + q.b & p & q \\ r.a + s.b & r & s \end{pmatrix}$$

Si $p.a + q.b = 1$, entonces $x=p$, $y=q$ es la solución de la ecuación. Más aún si $r.a + s.b = 0$, entonces $r=d.b$ y $s = -d.a$ para algún entero d , ya que $(a,b)=1$. Pero ahora $d / p.s - q.r = 1$, lo que significa que $d=+1$ ó $d=-1$, $r=+b$ ó $r=-b$, $s=+a$ ó $s=-a$. Un argumento similar se sigue si $p.a + q.b = -1$ ó $p.a + q.b = 0$ y $r.a + s.b = \pm 1$.

dejamos para el lector extender el método para resolver $ax + by = c$, donde $(a,b) \neq 1$, pero $(a,b)/c$. Así también como la solución de la ecuación diofantina lineal en tres o más variables.

Este método se adapta fácilmente para obtener una solución rápida de e-

cuciones de congruencia lineales.

Uno sólo escribe la parte de la matriz A que realmente necesita. Así para resolver : $ax \equiv b(n)$, donde $(a,n)=1$, ejecutamos operaciones enteras de filas sobre la matriz $\begin{pmatrix} a & b \\ n & 0 \end{pmatrix}$ hasta que aparece un 1 en la primera columna. La solución es entonces el otro elemento de la misma fila. Así, para resolver $12x \equiv 1(41)$, escribimos:

$$\begin{pmatrix} 12 & 1 \\ 41 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 12 & 1 \\ 5 & -3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 7 \\ 5 & -3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 7 \\ 1 & -17 \end{pmatrix}, \text{ lo que nos da } x \equiv -17(41)$$

Este método se extiende también a los cálculos que involucra el teorema chino del resto, esto es: a fin de obtener la solución de congruencias simultáneas:

$$\begin{aligned} x &\equiv a(n) \\ x &\equiv b(m) \end{aligned}$$

donde $(m,n) = 1$. La solución es :

$$x \equiv (p(m.a) + q(n.b)) \bmod (n.m),$$

donde $p.m + q.n = 1$; por lo tanto sólo necesitamos realizar nuestro cálculo usual con la matriz : $\begin{pmatrix} m & ma \\ n & nb \end{pmatrix}$

por ejemplo, para resolver:

$$x \equiv 2(5) ; x \equiv 11(17), \text{ escribimos}$$

$$\begin{pmatrix} 17 & 34 \\ 5 & 55 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & -131 \\ 5 & 55 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & -131 \\ 1 & 317 \end{pmatrix}$$

$$\text{dando } x \equiv 317 \equiv 62(85).$$

Para resolver: $ax \equiv b(n)$, donde $ax \equiv d(m)$

de $(m,n)=(a,n)=(c,m)=1$ usamos la ma-

triz $\begin{pmatrix} ma & mb \\ nc & nd \end{pmatrix}$, si $(a,c)=1$. Si

$(a,c) > 1$, usamos la matriz:

$\begin{pmatrix} ma & mb \\ nc & nd \\ nm & 0 \end{pmatrix}$. Por ejemplo, para re-

solver: $4x \equiv 3(7)$, escribi-

$$6x \equiv 1(11)$$

$$\text{mos: } \begin{pmatrix} 44 & 33 \\ 42 & 7 \\ 77 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 26 \\ 42 & 7 \\ 77 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 26 \\ 42 & 7 \\ 1 & -998 \end{pmatrix}$$

dando $x \equiv -998 \equiv 13(77)$. Dejamos al

lector probar que las congruencias:

$$a_1 x \equiv b_1 (n_1)$$

$$a_2 x \equiv b_2 (n_2) \quad , \text{ donde } (a_i, n_i)=1$$

$$a_3 x \equiv b_3 (n_3)$$

para todo i , y $(n_i, n_j)=1$ si $i \neq j$,

puede ser resuelto aplicando este m\u00e9-

todo a la matriz:

$$\begin{bmatrix} n_1 n_3 a_1 & n_1 n_3 b_1 \\ n_1 n_3 a_2 & n_1 n_3 b_2 \\ n_1 n_2 a_3 & n_1 n_2 b_3 \\ n_1 n_2 n_3 & 0 \end{bmatrix}$$

Claramente, es demasiado engorroso.

Es probablemente m\u00e1s f\u00e1cil resolver

cada congruencia separadamente y luego resolver las congruencias simult\u00e1neas de a dos.

Finalmente, notemos que pueden usarse c\u00e1lculos similares en el anillo de polinomios en una indeterminada sobre un cuerpo (o a\u00fan sobre un anillo euclideo).

Un ejemplo es suficiente; para encontrar un polinomio $f(x)$ tal que:

$(x^2 + 1) f(x) \equiv x (x^3 + x^2 + 1)$, escribimos:

$$\begin{pmatrix} x^2+1 & x \\ x^3+x^2+1 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x^2+1 & x \\ x^2-x+1 & -x^2 \end{pmatrix} \rightarrow \\ \rightarrow \begin{pmatrix} x & x^2+x \\ x^2-x+1 & -x^2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x & x^2+x \\ 1 & -x^3-x^2+x \end{pmatrix}$$

Por lo tanto:

$$f(x) \equiv -x^3 - x^2 + x \equiv x+1 (x^3 + x^2 + 1)$$

Referencias: "A first course in abstract algebra", Van Nostrand 1975.

HISTORIA DEL ALGEBRA

Por José Babini

Quinta parte : EL SIGLO XVII

La más importante contribución al álgebra del siglo XVII se debe al francés René Descartes (1596-1650) con su escrito "La Geometría", tercero y último de los "ensayos" que dan fin a su célebre "Discurso del Método" de 1637. No obstante su título, el contenido del escrito es esencialmente algebraico, pues trata de las aplicaciones del álgebra a la geometría, dando fundamento a una nueva rama de la matemática, más tarde llamada "geometría analítica".

Las concepciones de Descartes acerca de la matemática de su tiempo y las normas de su método, darán cuenta del desarrollo de "La Geometría". Según Descartes, "la geometría de los antiguos" se presentaba como un abundante conjunto de teoremas abstrusos y al parecer sin utilidad alguna, tan ligados a los casos particulares y a las figuras, que su estudio no favorecía a la inteligencia sin cansar demasiado a la imaginación; por su lado "el álgebra

de los modernos" poseía notas que la acercaban al ideal cartesiano: sus expresiones eran generales y, aunque numerosas, podían obtenerse por combinación de un número reducido de reglas. Pero, en cambio, sus elementos eran "letras vacías", sin contenido alguno y alejadas totalmente de la realidad, de aquella realidad cuya comprensión y explicación era la meta de las especulaciones cartesianas.

De ahí que el objetivo de Descartes sea el de introducir, o de hacer posibles, en la geometría, las ventajas del álgebra; o en otros términos, se trata de llenar "las letras vacías" del álgebra con el rico contenido geométrico que, en el pensamiento de Descartes, se vincula con la realidad del mundo exterior.

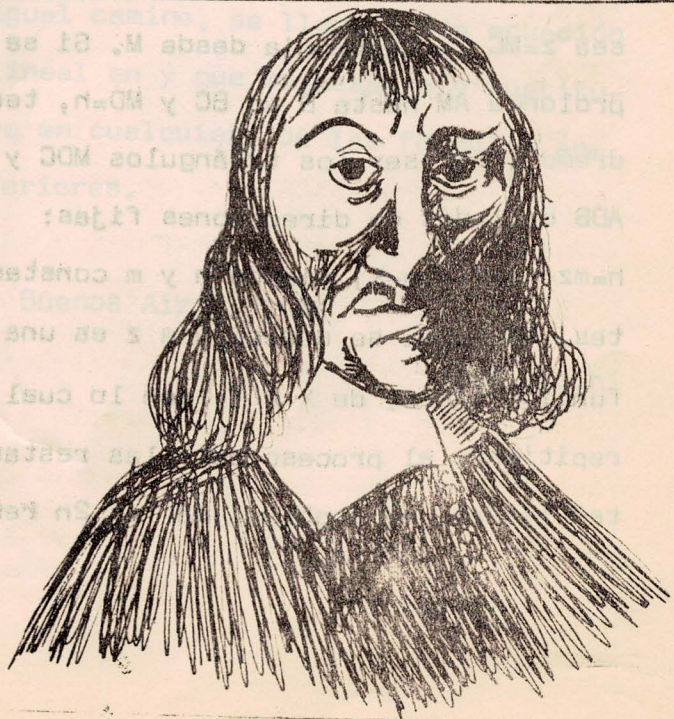
Pero los mundos algebraico y geométrico son diferentes: mientras que en las expresiones algebraicas las letras pueden combinarse adecuadamen-

te sin limitación alguna; los elementos geométricos, es decir los segmentos, sólo pueden hacerlo con limitaciones: el producto de más de tres segmentos no tiene sentido físico, así como tampoco las razones entre magnitudes geométricas no homogéneas. Descartes resuelve la dificultad mediante un recurso tan simple como genial, ya utilizado por Bombelli en el siglo anterior con otro criterio, y que puede aplicarse también a expresiones entre magnitudes físicas, hecho que en alguna ocasión no deja de advertir. Ese recurso es el segmento unitario que aplicado adecuadamente convierte en un segmento, cualquiera sea la "dimensión", una expresión algebraica entre segmentos.

Así, por ejemplo, la expresión sin sentido geométrico entre segmentos $\sqrt{\frac{a}{bc}}$ se convierte en "inteligible" mediante la introducción del segmento unitario u en la forma $\sqrt{\frac{au^2}{bc}}$ que modifica la "dimensión" mas no el valor. Pero, en definitiva, esta transformación en todos los casos Descartes la deja sobreentendida, y trabaja con las expresiones tal como se presentan; en verdad, en

terminos actuales lo que ocurre es que Descartes sustituye las magnitudes por sus medidas.

Ahora Descartes mostrará las ventajas de su método resolviendo en general un problema que los geómetras antiguos, con toda su fama, no habían resuelto: se trata del llamado "Problema de las $2n$ rectas". Dado en un plano $2n$ rectas, determinar el lugar geométrico de los puntos tales que el producto de las distancias a n de esas rectas sea proporcional al producto de las distancias a las restantes n rectas (si las rectas son $2n-1$ se agrega un segmento como factor constante en el producto respectivo para mantener la homogeneidad). Es claro que los griegos no podían resolver el problema para $n > 3$ pues en tal caso el resultado era "ininteligible".

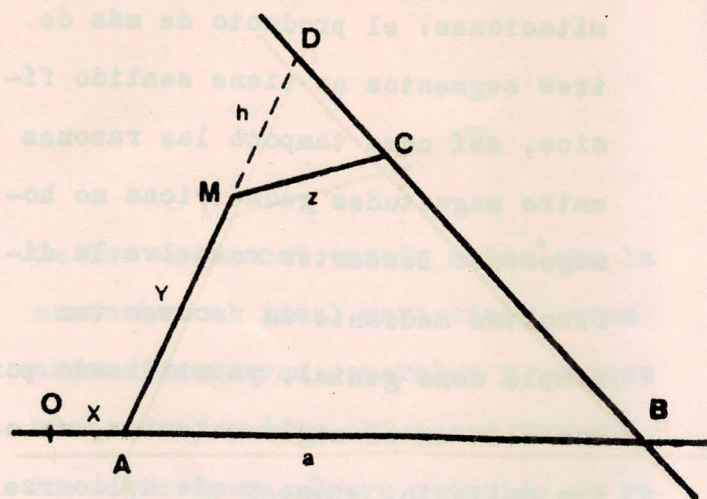


La demostración de Descartes es interesante, pues en ella están implícitos los fundamentos de su fecundo "método de las coordenadas".

Descartes parte de la figura y suponiendo el problema resuelto agrega que "para salir de la confusión de todas esas líneas, considero una de dadas y una de las que hay que encontrar...", es decir, si M es un punto del lugar, elige una de las líneas y en ella un punto fijo O (he ahí nuestro eje y origen de coordenadas), desde M considera la distancia MA a esa línea según una dirección fija, siendo OA y AM las distancias "dada" y "a encontrar", que designa con las letras X e Y, respectivamente (he ahí las coordenadas cartesianas y la notación que introdujo Descartes, mantenida hasta hoy).

Sea DB otra de las líneas que corta en B a la anterior siendo $OB=a$, y sea $z=MC$ la distancia desde M. Si se prolonga AM hasta D en BC y $MD=h$, tendremos, por ser los triángulos MDC y ADB de lados de direcciones fijas: $h=mz$; $h+Y=n(a-X)$ siendo n y m constantes, de donde se deduce que z es una función lineal de X e Y, con lo cual repitiendo el proceso para las restantes líneas, el problema de las 2n rec-

tas queda resuelto al expresarse la relación algebraica entre X e Y, que define la ecuación del lugar.



"La Geometría" de Descartes contiene cuestiones de índole variada; su tercer libro es un cabal tratado de álgebra, entre cuyas propiedades, que menciona, cabe señalar:

a) La reconstrucción de una ecuación conociendo sus raíces supuestas reales, y que Descartes distingue en verdaderas (positivas) y falsas (valor absoluto de las negativas), deduciendo de tal reconstrucción empíricamente la hoy llamada "regla de los signos de Descartes", para determinar el número de raíces verdaderas y falsas de una ecuación (en verdad no da sino el valor máximo y de igual paridad de ese número).

b) La consideración, con ejemplos nu-

méricos y literales, de las transformaciones de signo de las raíces, aumento, disminución o multiplicación de las raíces por un valor fijo, supresión de las raíces conocidas, etcétera. Alude a las raíces imaginarias en el sentido que en una ecuación "pueden imaginarse raíces" en vista de su grado, pero sin embargo no existen.

c) La solución gráfica de las ecuaciones, hasta de cuarto grado inclusive, mediante la intersección de una circunferencia con una parábola fija. En efecto, la resultante del sistema: $y = x^2$ (parábola); $a(x^2 + y^2) + (b-a)y + cx + d = 0$ (circunferencia) es la ecuación $ax^4 + bx^2 + cx + d = 0$. Para $a=0$ se obtiene la solución de la ecuación cuadrática mediante la intersección de la parábola con una recta; mientras que si se trata de la ecuación cúbica, se la transforma en cuártica multiplicándola por x y eliminando de la solución gráfica el origen.

d) La consideración que toda ecuación cúbica tiene una o tres raíces reales, correspondiendo respectivamente a los problemas clásicos de la duplica-

ción del cubo y de la trisección del triángulo.

En las cuestiones algebraicas un sucesor de Descartes puede verse en el francés Pierre de Fermat (1601-1665) que, por lo demás, se ocupó de todos los campos de la matemática de su tiempo. Citemos con un ejemplo su método de eliminación algebraica, que difiere del actual sólo en la forma. Sea eliminar y de entre:

$$x^2 + y^3 = c^2 \quad (1)$$

$$ax + y^2 + by = n^2 \quad (2)$$

Escribe estas ecuaciones en la forma:

$$1 = \frac{y^3}{c^2 - x^2} = \frac{y^2 + by}{n^2 - ax}$$

que, después de la simplificación, conduce a la expresión:

$$y^2 (n^2 - ax) = (y + b)(c^2 - x^2) \quad (3)$$

Combinando (3) con (2), y siguiendo igual camino, se llega a una ecuación lineal en y que se despeja y sustituye en cualquiera de las fórmulas anteriores.

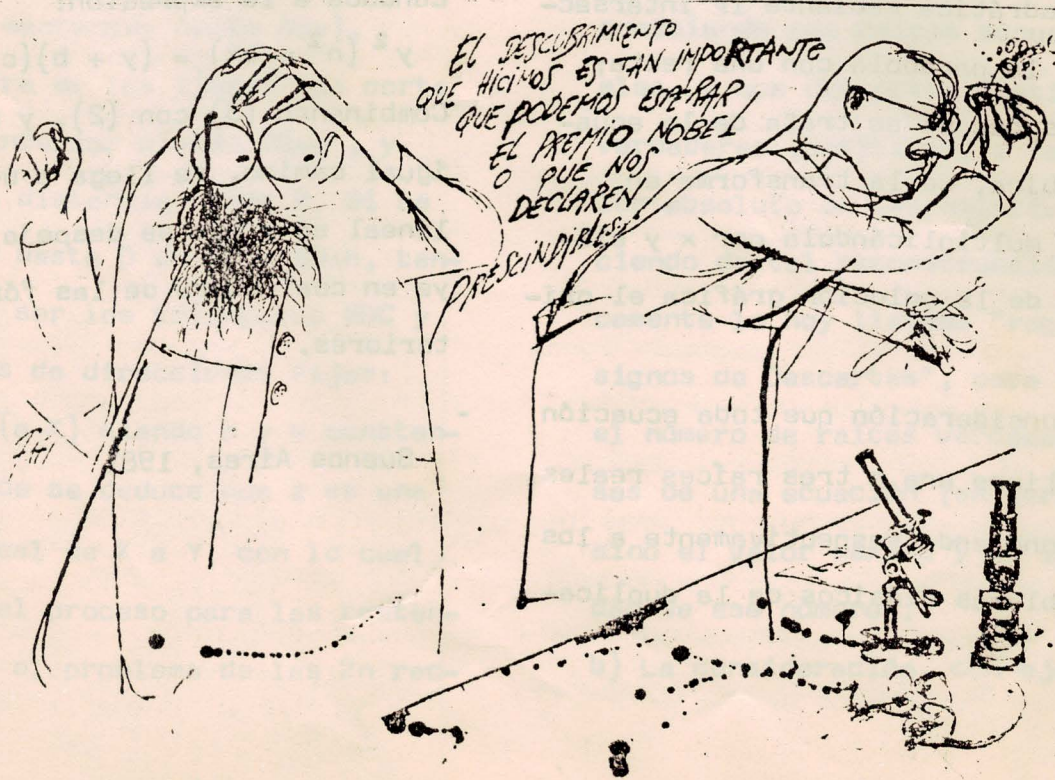
Buenos Aires, 1981

José Babini

Recordemos algunos datos biográficos de Descartes y de Fermat:

I) René Descartes (1596 - 1650)
Filósofo y matemático francés. Creador de la geometría analítica. Formuló las potencias en base a exponentes, realizó importantes trabajos en óptica (dióptica) y anatomía. Se lo considera el fundador de la filosofía moderna y de la teoría del conocimiento. Sus obras más importantes son: "Discours de la methode pour bien conduire la raison et chercher la verité dans les sciences" (1637); "Dioptriques, Meteors et Geometrie" (1641); "Principia Philosophiae" (1644); "Passions de l'Ame" (1650)

II) Pierre de Fermat (1601 - 1655)
Matemático francés. Sus investigaciones se extienden al cálculo infinitesimal (fue el primero en desarrollar geométricamente la integral de X^n), al cálculo de probabilidades, teoría de números, etc. Se le debe un enunciado que lleva su nombre ("Gran teorema de Fermat"), según el cual no existe una triada de números enteros X, Y, Z , tales que, siendo n también un entero positivo mayor que 2, se verifique la relación $X^n + Y^n = Z^n$ (resultado que aún no ha sido demostrado para el caso general)



IAFE

Entrevista al Lic. Chielmetti, director del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE).

Interacción: qué es el IAFE?

Lic. Chielmetti: El Instituto de Astronomía y Física del Espacio fue creado por el CONICET e inició formalmente su existencia en el año 1971. Es el sucesor del Centro Nacional de Radiación Cósmica, que funcionaba en el mismo lugar, que, al ampliar sus objetivos, cambió su denominación y su integración. Creado por el CONICET, en su funcionamiento participa la Universidad de Buenos Aires. Muchos institutos del Consejo tienen este tipo de operación: los crea el Consejo en acuerdo con alguna otra institución y luego tiene socios que colaboran en su funcionamiento. En nuestro caso, esta segunda institución es la UBA, que delega su participación en la Facultad de Ciencias Exactas. El control de su funcionamiento se realiza a través de un Comité de Representantes nombrado por las partes. La sede del IAFE está en la Ciudad Universitaria. El antecesor del IAFE fue uno de los primeros grupos que se instaló aquí, vino a la Ciudad en 1962. Originalmente nacimos como un Laboratorio de Radiación Cósmica en la Comisión Nacional de Energía Atómica, hace unos 30 años. Después nos trasladamos a la Facultad por convenio entre ésta y la CNEA, luego el CONICET creó el Centro Nacional de Radiación Cósmica y, finalmente, se lo actualizó y amplió, creándose el actual IAFE.

El objetivo central del Instituto es hacer Astronomía "no clásica". La Astronomía clásica es aque-

lla que se hace desde un observatorio emplazado en tierra y observa radiaciones en el rango visible y su entorno. Hace ya algunos años se descubrió que existen objetos celestes que emiten, a veces preponderantemente, en otras longitudes de onda, que deben estudiarse con otros métodos. La primera de esas "Astronomías" fue la Radioastronomía. Luego se descubrió que hay también fuertes emisores de radiación X y radiación Gamma (radiaciones más "duras" o de longitud de onda más corta). La radiación ultravioleta emitida por objetos celestes es inobservable desde la superficie terrestre; con la posibilidad de hacer observaciones cerca del tope de la atmósfera o desde satélites pudo comenzarse el estudio en esta región del espectro. La más reciente de las astronomías es la que observa en el rango del infrarrojo. Hace unos 15 años comenzaron a hacerse observaciones continuadas en el rango del infrarrojo cercano (longitud de onda: aproximadamente un micrón). La mayor parte de esta región del espectro es inobservable desde Tierra, ya que hay una absorción de la radiación por algunas componentes de la atmósfera, particularmente el vapor de agua y el dióxido de carbono. En sitios muy secos existen algunas "ventanas", donde la radiación puede penetrar y ser observada desde Tierra. Hace unos 15 años hubo un relevamiento casi total del cielo en ese rango, particularmente desde California. Finalmente, alrededor de los años 70 se descubrió que también en el rango del

infrarrojo lejano(longitudes de onda que van desde algunas decenas de micrones hasta un milímetro), hay objetos emisores,y, en algunos casos, la mayor parte de la energía emitida está dentro de este rango.

Volviendo a los objetivos del IAFE, este se ocupa del estudio de zonas del espectro, en Astronomía, no cubiertas por los observatorios "clásicos" de la Argentina (Córdoba, La Plata, San Juan). Desde sus primeros tiempos, el IAFE utiliza el globo como vehículo para transportar detectores. El IAFE trabaja también en otro campo: la Física del Espacio. Por ejemplo, cuando, con los primeros satélites, se descubrieron los Anillos de Van Allen -que son poblaciones de partículas subatómicas (electrones y protones de relativamente alta energía)- que rodea a la Tierra, se predijo la aparición de un exceso de radiación X sobre la zona del Atlántico Sur, debida a la precipitación de esas partículas sobre la atmósfera. Eso fue hace cerca de 20 años ,y en esa oportunidad, el IAFE montó un operativo sobre un barco para observar esa radiación. Nos fuimos al centro del Atlántico y tiramos globos de tipo meteorológico (pequeños) para llevar instrumentos muy livianos. Luego, al crecer la complejidad de los experimentos, se empezaron a utilizar globos de polietileno de gran volumen. La misión del globo es transportar el equipo detector hasta cerca del tope de la atmósfera, donde el efecto de la columna de aire que queda sobre el aparato sobre las radiaciones es despreciable.

Durante algunos años trabajamos en Astronomía X y Gamma. Había un objetivo principal: observar la emisión de radiación Gamma por el Sol. En ciertos fenómenos solares

se había predicho que la emisión de partículas de alta energía debía producir, en su interacción con la atmósfera solar, radiación Gamma; entonces se trató de observar esto. El problema de estas observaciones es que las erupciones solares son poco frecuentes, entonces la probabilidad de que al hacer una observación desde un globo se produzca una erupción es baja. Por ello, este programa fue suspendido. También en Astronomía X tratamos de observar fuentes, pero allí la aparición de los satélites, que proveen un observatorio casi permanente, restó competitividad al globo.

El IAFE, entonces, pasó por estas etapas, pero ahora se halla concentrado en observaciones en el rango infrarrojo lejano. Las anteriores etapas sirvieron para perfeccionar la plataforma de observación de gran estabilidad necesaria en este rango. Cuando se envía un telescopio en un globo, este va montado en una plataforma que debe ser lo más estable posible, para dar una buena base de referencia. Las anteriores experiencias permitieron ensayar plataformas, aunque su estabilidad no era demasiado grande, ya que los "telescopios" en astronomía X o Gamma tienen un gran campo, lo cual disminuye la exigencia de estabilidad. En astronomía del infrarrojo se observan objetos emisores que, aunque discretos, son muy extensos, pueden tener un diámetro de algunas decenas de parsec (1 parsec = 3,26 años luz = 3,08.10 km). Para esta observación se necesita un campo más pequeño para tener mejor resolución angular, lo que exige una plataforma más estable. El IAFE tiene ahora una plataforma de una estabilidad del orden de los 20'' de arco. En la plataforma que voló recientemente

(octubre del '81)envió un telescopio de 30 cm diseñado y construido por nuestros investigadores. La plataforma, y su sistema de control, de comando y telemetría también son desarrollados y hechos aquí. En los experimentos que se hacen desde un globo, la información debe transmitirse a distancia y tiene que haber una "conversación" entre el experimentador y el aparato, se debe interactuar con el aparato, que muchas veces está a 200 o 300 km de distancia, volando a 30 km de altura, y esa interacción se hace por órdenes de comando y recepción de la información a través de la telemetría. La plataforma tiene sistemas electrónicos que reciben y transmiten a las diversas partes del instrumento órdenes operativas. Hay, también, un sector de apuntamiento y estabilización que procesa toda la información de magnetómetros, giróscopos, etc. y corrige la posición. En las últimas versiones, el globo lleva también una cámara de televisión, utilizada para verificar qué zona del cielo se está observando. La referencia normal para el apuntamiento es un magnetómetro, puesto perpendicular a las líneas de campo geomagnético, pero esto es un apuntamiento grueso, entonces se utiliza la cámara para visualizar la zona observada y luego, comparando la información recibida con cartas del cielo, se verifica qué es lo que se está observando. Esta información va a una estación receptora de telemetría, donde se presenta la información. Además, en estos vuelos es necesario tener conocimiento del

estado de distintos parámetros del instrumento y saber las condiciones de la observación: temperaturas, tensiones, ciertos ángulos, etc. Para ésto se utiliza un microprocesador, que presenta los datos en la pantalla. También se utiliza un sistema que presenta, en la pantalla de un televisor común, información referida a la orientación del telescopio y de esta forma se sabe su azimut y elevación y, comparando con la posición instantánea de la fuente buscada se ajusta la orientación.

El IAFE desarrolla y construye sus propios instrumentos salvo obviamente algunos como osciloscopios, etc. Tratamos de que los desarrollos que están alrededor del objetivo puramente científico sean lo más avanzados posible y ésto, en general, sucede. Esto es el producto de la capacitación dada a un grupo de ingenieros y técnicos. Las técnicas desarrolladas son, de alguna manera, transferibles. Esta filosofía de diseñar y construir nuestros instrumentos implica además una capacitación del personal.

Int: Está el IAFE inserto en programas internacionales de investigación? Existen convenios de investigación con otras instituciones?

L.G.: No, no existen convenios con ninguna otra institución. Todos los proyectos son propios. Existe, sí, la vinculación natural y normal de cualquier instituto de investigación: el intercambio de información. Existen colaboraciones, por ejemplo, los astrónomos trabajan en conjunto con colegas de otros países (Alemania, EEUU, Francia), por relaciones de interés común. En Astronomía es muy común que investigadores de distintos puntos estén interesados en un mismo objeto y, entonces, se combinan las observaciones de cada uno, o también se observa el mismo objeto en distintos períodos y se agregan estas observaciones.

Int: Hay en el país otros centros que investiguen en esta rama de la ciencia, o que utilicen este tipo de técnicas ?

L.G.: No, existen sí centros que investigan en astronomía y también en colisiones atómicas, hay grupos en Rosario, en la CNEA en Bariloche. En lo que hace a la parte experimental, a la utilización de globos para este objetivo, hemos sido los precursores y seguimos siendo, lamentablemente, los únicos ya que el globo es un vehículo útil en muchas disciplinas.

Int: Cuál es el nivel científico del IAFE, en un plano internacional ?

L.G.: La medida de cómo avanza un instituto es, en nuestro tipo de actividad, en investigación básica, a través de publicaciones. El nivel y la cantidad de publicaciones, internacionalmente es alto, en particular de la gente que hace Astronomía y teoría, ya que tienen menos dificultades operativas. En las revistas en las cuales el trabajo es analizado previamente para comprobar su nivel, se publica con regularidad. Otra evidencia es el crecimiento de la cantidad de publicaciones. Otra evidencia más de que en ciertos aspectos funcionamos bien son los turnos asignados en observatorios. En este momento muchas observaciones astronómicas se hacen en el Observatorio Interamericano de Cerro Cololo, en Chile, y para eso hay que pedir turno, con tiempo limitado. Los pedidos pasan por un Comité que los selecciona de acuerdo al interés de la observación propuesta, y mientras los astrónomos tienen abundantes turnos otorgados. Por eso creo que el IAFE, en cierto sen-

tido, funciona.

Int: Disponen de medios económicos suficientes ?

L.G.: Yo no creo que haya ningún investigador, en ningún lugar del mundo que pueda decir que tiene los medios suficientes; siempre son escasos. Lo que pasa es que uno, a veces, se pone objetivos demasiado altos y no se adapta a la realidad; pero si uno se pone objetivos de acuerdo a su realidad puede ir haciendo algo. Lógicamente, hay limitaciones económicas, como nos pasa a todos en el país. Nosotros a veces, hacemos algún experimento arriesgando demasiado, vamos sin reserva de instrumental y sucede, en el caso del trabajo con globos, que cuando uno va con una sola unidad de algo, si ésta falla, se arriesga todo el conjunto. Tenemos este tipo de limitaciones, a veces operamos con un funcionamiento poco racional.

Si uno se pone objetivos razonables, yo diría que una parte del IAFE puede hacer lo que pretende. Pero es evidente que podríamos funcionar mejor teniendo más fondos, en particular en estos días en que las restricciones son grandes para todos. Sin embargo, creo que el secreto está en mantener una dimensión razonable y, si se puede y hace falta, en algún momento dar un salto.

Int: Cuál es la integración actual del IAFE ?

L.G.: En este momento, está integrado por un grupo de astrónomos que estudian, por ejemplo, estrellas binarias y nebulosas planetarias; un grupo de físicos teóricos que trabaja en colisiones atómicas en particular ciertas colisiones que interesan a la Astrofísica, aunque no exclu-

sivamente , sino también desde un punto de vista teórico de la física atómica. Hay otro grupo teórico que trabaja, desde hace poco más de un año en relatividad con el Dr. Castagnino, profesor de la facultad. Hay también otros físicos e ingenieros trabajando en la parte experimental ya mencionada. En total el IAFE tiene una 40 personas. Entre ellos hay un número bastante fuerte de técnicos y 5 ingenieros trabajando en la parte experimental, con bastante experiencia y antigüedad. En esta época hacer experimentos sin la colaboración de los ingenieros no es posible.

Tenemos aproximadamente una docena de investigadores, entre físicos, astrónomos y becarios. Necesitaríamos más, pero no tenemos, por ahora, medios para incorporar más gente ni espacio para que trabajen. Con la facultad interactuamos incorporando seminaristas y alumnos de Laboratorio II. En este momento hay 2 o 3 seminaristas. La idea es que a través de esta interacción encontremos gente con inclinación y capacidad y después, si es posible, incorporarlos como becarios, con becas del CONICET. Necesitaríamos tener más becarios, ya que hay bastante material como para incorporar gente. Cuando tengamos más espacio - y tenemos esperanza de tenerlo - vamos a tratar de dar un salto, pero por el momento no es posible. No podemos tener gente si no tenemos espacio ni presupuesto para mantenerlos.

Proyección Cultural

A partir de este número Interacción incluye temas culturales no vinculadas específicamente con la ciencia; sentimos la necesidad de un acercamiento a todas las manifestaciones de la cultura y, como voceros de los estudiantes de física y matemática, no podemos permanecer ajenos a estas inquietudes.

MUSICASIEMPRE Convocatoria de Músicos Argentinos

Interacción fue invitada a una conferencia de prensa, realizada para presentar a MUSICASIEMPRE, una convocatoria de músicos argentinos de diversas tendencias musicales que, en una primera etapa, realizará una serie de recitales en el Club Boca Juniors.

La finalidad de este movimiento es la de lograr el encuentro de todos los músicos y todos los géneros a través de un accionar común. Pretende acceder a todos los sectores del público a través de los diversos medios de difusión. Para ello cuenta con el aporte de los casi cien músicos que ahora lo integran y de algunas instituciones privadas. No reciben ningún apoyo oficial.

Este movimiento forma parte de varias manifestaciones que vienen ges-

tándose en estos últimos tiempos, caracterizados por su propuesta de unidad y de desarrollo de la cultura nacional. Como ejemplo puede citarse el caso de Teatro Abierto, que en parte inspiró a Musicasiempre, y la inminente Danza Abierta.

Este fenómeno no es exclusivo del arte, sino que en todos los sectores de la vida nacional se propone la unidad de acciones en base a criterios básicos comunes.

Musicasiempre intenta el encuentro con músicos del interior y con otras formas artísticas, como las ya citadas, que en esta conferencia expresaron su adhesión y, en el caso de Teatro Abierto están colaborando con Musicasiempre, y se prevén contactos con los plásticos y otros.

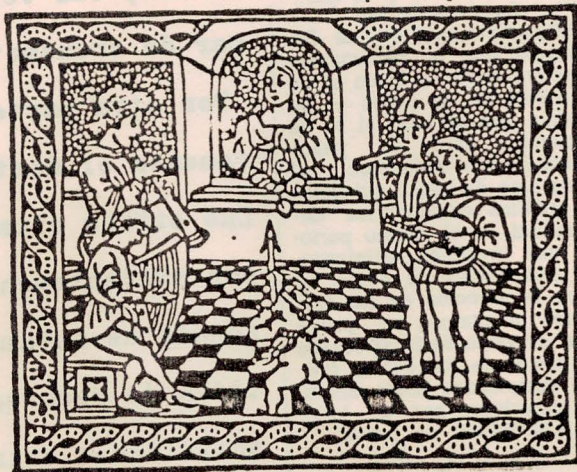
Existe, además, otro factor que influyó en la existencia de esta convocatoria que fue el económico, que crea la necesidad del trabajo conjunto ante las graves dificultades que plantea la realización de actos culturales.

Quiénes integran el movimiento no han pasado por una selección, sino que participan por coincidencias en sus objetivos. Naturalmente, no han respondido a esta convocatoria quienes especulan con el subdesarrollo cultural a través de pro-

puestas carentes de identidad y caracterizada por su mediocridad y su falta de claridad formal y de fondo.

Los músicos integrantes tienen conciencia de su responsabilidad frente a la realidad, frente a una política empeñada en silenciar muchas voces representativas y que pretende el empobrecimiento y la fragmentación de las manifestaciones culturales.

Este encuentro significa mucho más que una serie de recitales: implica una defensa de la cultura y, por lo tanto, del hombre.



Conocese el destino de los aranceles en la UBA

Con respecto a la aplicación de los recursos provenientes del arancelamiento en la Universidad de Buenos Aires, el secretario de Coordinación Universitaria de esa casa de altos estudios, doctor Carlos Bianchi, detalló a LA NACION su instrumentación, a la vez que anunció la probable implantación de un seguro de salud estudiantil.

Primeramente señaló que el aporte anual al sistema de subsidios, becas y créditos estudiantiles administrados por el Instituto Nacional de Crédito Educativo para la igualdad de oportunidades, por un convenio suscrito entre ese instituto y las universidades nacionales, consiste en 4.107.000.000 de pesos.

Programa de becas

"En el programa de becas, subsidios y créditos, la universidad otorgó 1300 becas, 700 completas y 600 parciales, sobre un total de alrededor de 1500 postulaciones que se registraron en el concurso convocado oportunamente. Hasta la fecha se adjudicaron 1250 becas. El monto mensual de cada una de éstas será de 800.000 pesos para la completa y pesos 400.000 para la parcial, a partir de octubre."

Compensaciones

A su vez mencionó el doctor Bianchi que se están suministrando compensaciones económicas a los alumnos que participan en diferentes actividades curriculares, como congresos, conferencias, u otras de índole artística, culturales o deportivas. "Es-

tas compensaciones consisten en atender los gastos de movilidad, alojamiento y comida que derivan de la participación de los alumnos en tales reuniones. Entre otros resulta interesante destacar —dijo— el envío de contingentes de alumnos de Antropología de la Facultad de Filosofía y Letras, al Instituto Interdisciplinario de Tucumán, en Jujuy, donde efectúan una serie de trabajos de campo indispensables para su formación profesional."

Añadió que dentro de ese programa se incluye la próxima actuación del grupo de teatro de la UBA en la Universidad Nacional de Córdoba, los días 3 y 4 del actual, y el viaje del seleccionado de rugby de la universidad a Asunción del Paraguay. La cifra total destinada al programa compensaciones es de 6.000.000.000 de pesos.

Mejoramiento del material

"Por otro lado, dentro del programa de mejoramiento del material de enseñanza y bibliotecas, hasta el 31 de diciembre, se adquirirán libros por valor de 1.800.000.000 de pesos, equipos audiovisuales por \$ 580.000.000, y elementos de laboratorio, para uso del alumnado, por pesos 800.000.000. También se comprarán equipos para la impresión de guías de trabajos prácticos y fichas de estudio por una suma del orden de los 970.000.000 pesos."

Extensión cultural

Luego indicó que para el financiamiento de actividades de extensión cultural, deportivas y recreativas, como compras de material deportivo e instrumentos musicales, se destinarán 175.000.000 de pesos. "También los recursos provenientes del arancelamiento se aplicarán a acciones tendientes a otorgar ventajas concretas al alumnado, como la adecuación de instalaciones y mobiliarios de aulas. Recientemente fue inaugurada en la Carrera de Psicología una guardería infantil, y próximamente se inaugurará otra en Filosofía y Letras. Esa medida favorece a un alto porcentaje del alumnado femenino, facilitando su concurrencia con mayor comodidad a clases", señaló el Dr. Bianchi.

Las inversiones para este rubro ascienden a los pesos 3.500.000.000.

La recaudación

Posteriormente dijo el Dr. Bianchi que la recaudación efectiva hasta la fecha es de 15.000.000.000 de pesos y se estima que el total al 31 de diciembre será de pesos 30.000.000.000. Asimismo, el programa de becas, subsidios y créditos estudiantiles demandará en el mismo período una inversión estimativa de 9.950.000.000 de pesos, y para la atención de los restantes programas se prevé una inversión de 25.000.000.000 de pesos, de los cuales fueron autorizadas hasta ahora contrataciones por un total de 9.700.000.000 de pesos.

Seguro de salud

Por último anunció que se encuentra en estudio la implementación de un seguro de salud estudiantil, a través de una comisión que deberá expedirse antes del 30 del actual. "La idea —concluyó— es que ningún alumno se quede sin una cobertura médico asistencial. En principio, antes de extender el sistema a todo el estudiantado, la cobertura alcanzará a quienes fueron eximidos del pago de aranceles y a los becarios. Para ello se contará con la infraestructura hospitalaria,

médica, odontológica y laboratorios que posee la universidad".

Teniendo en cuenta que en la Universidad de Buenos Aires existen 13 facultades, de las cuales 10 tienen laboratorios, resultaría que a cada una le corresponden 80.000.000 de pesos. Ahora bien, nuestra facultad de Ciencias Exactas y Naturales, tiene 10 carreras que incluyen materias con laboratorio; repartiendo equitativamente entre éstas, quedarían alrededor de 8.000.000 \$ por carrera. Considerando que en la carrera de Física hay 8 materias con laboratorio resultan, por fin, ¡1.000.000 \$ para cada laboratorio! (cien palos viejos) En fin, tal vez se puedan comprar un par de cronómetros.

Por otra parte ¿conócese verdaderamente el destino de los aranceles? Las cifras citadas por el Dr. Bianchi son evidentemente poco claras. Además es netamente superior la cantidad de recursos destinados a las actividades extraeducativas, que los destinados a las carreras específicamente; aparte, no hubo ningún tipo de consulta a los estudiantes, ni información acerca del destino de los fondos, por parte de la UBA.

