

R.D. Piacentini*

IFR (CONICET-UNRosario) y DAMR

RESUMEN: En el presente informe se presenta la evolución de la investigación en Astronomía y Física y su proyección hasta fin de siglo. Se analizan instituciones en estas disciplinas, considerando sus presupuestos y producciones científicas anuales, en relación al número de investigadores y becarios que poseen. Se describe la política científica y tecnológica, particularizando la actividad desarrollada por el CONICET.

1. EVOLUCION HISTORICA Y HORIZONTE 2.000

Desde la remota antigüedad hasta el presente siglo, los avances científicos estuvieron asociados principalmente con libres pensadores, que actuaban impulsados por la búsqueda incesante de respuestas a los enigmas que planteaban los fenómenos que ocurrían en el Universo. Los conocimientos se fueron acumulando, obteniéndose cada vez mayor información acerca de estos fenómenos naturales, aunque hubo períodos de oscurantismo que produjeron en algunos casos, no sólo una desaceleración sino también un retroceso en el crecimiento científico.

* Coordinador de la Comisión Asesora de Física y Astronomía del CONICET (marzo 1984-
setiembre 1986).

A partir de mediados del presente siglo, comenzó a expandirse la actividad científica con la creación de organismos especializados, lo que permitió la incorporación de un gran número de investigadores.

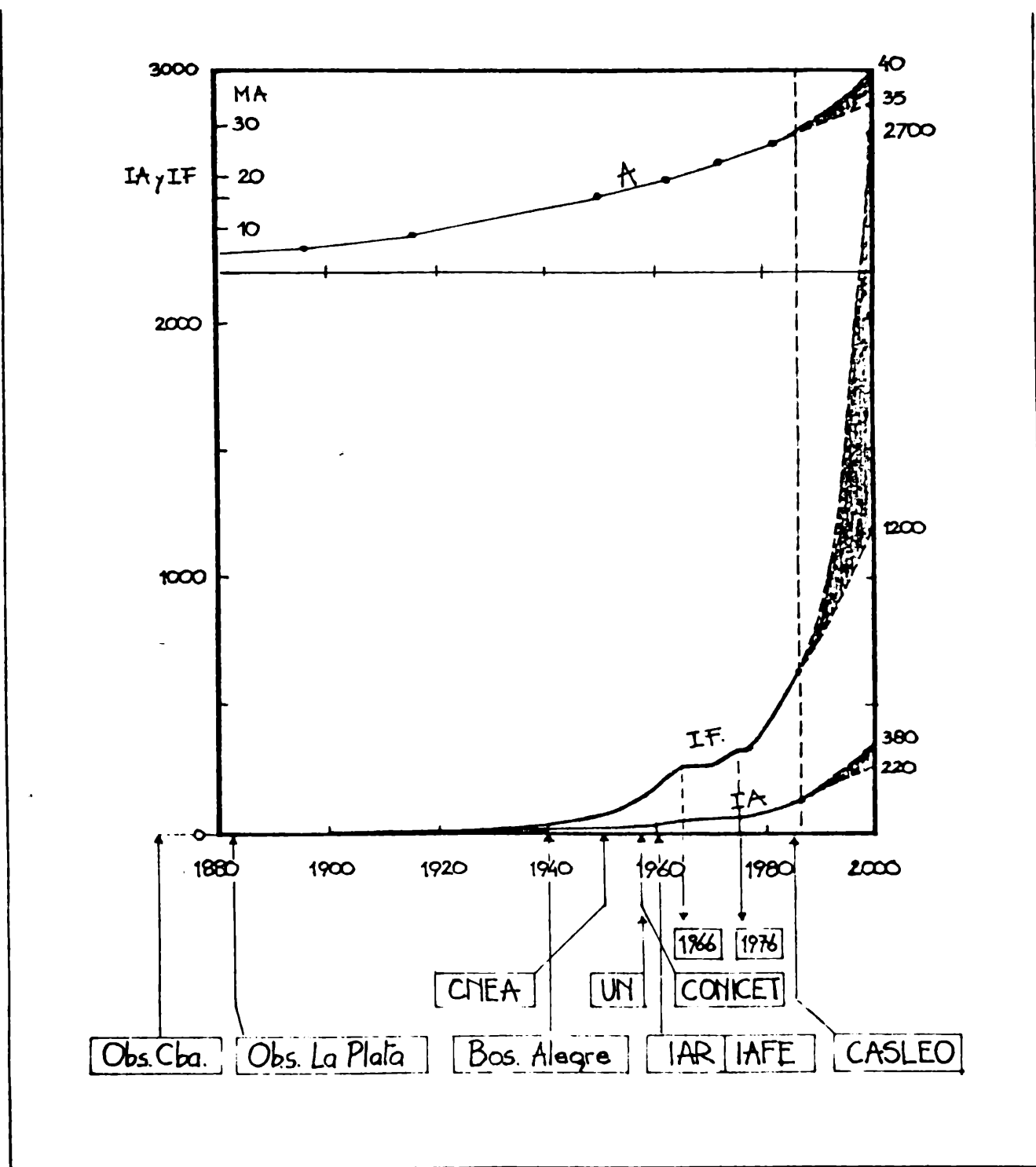
En nuestro país surgió así el CONICET, como organismo de promoción y ejecución de la política científica del gobierno nacional en las distintas áreas de la Ciencia y la Tecnología.

Con el fin de impulsar el desarrollo de sectores específicos, se crearon además la CNEA y el INTI, entre otros.

Es interesante analizar (Figura 1) la evolución histórica del número de investigadores en Astronomía (IA) y en Física (IF), en comparación con el crecimiento demográfico nacional (A). La Astronomía tiene un comienzo anterior, con la creación de los Observatorios de Córdoba (1870) y de La Plata (1883)/1/. La actividad en Física se inicia a principios de siglo en la Universidad de La Plata/2/ y se desarrolla activamente en las siguientes décadas, principalmente por la acción de científicos visionarios, las creaciones de la Asociación Física Argentina (1944) y el Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro (1955), así como del crecimiento de la actividad de investigación en las Universidades nacionales. Al presente están en actividad unos 140 IA y 630 IF. Un hecho significativo para la Astronomía, fue la inauguración en setiembre de 1986 del CASLEO (Complejo Astronómico El Leoncito) en San Juan, en una de las regiones con cielo más límpido del mundo.

Una extrapolación efectuada teniendo en cuenta los índices de crecimiento de los últimos años del número de egresados en Física y Astronomía y en áreas afines (Ingeniería, etc.), que se incorporan a trabajar en estas disciplinas (corresponde a una duplicación cada 7 años), da unos 380

IA y 1.200 IF. Estas estimaciones tienen en cuenta que alrededor de 1/4 de los miembros activos de la comunidad científica actual se retirará del sistema (por jubilación, etc.) hasta fin de siglo.



Los datos de estas extrapolaciones permiten predecir que a mediano plazo, la inserción de los nuevos egresados en las disciplinas consideradas en el presente informe deberá extenderse significativamente hacia la actividad profesional en el ámbito privado o de empresas mixtas (como INVAP, etc.), ya que los organismos oficiales (CONICET, Universidades Nacionales, CNEA, etc.) tienden a saturarse. Para ello deberán reorientarse los estudios de licenciatura, enfatizando los temas con posibles aplicaciones tales como computación, óptica, radiocomunicaciones y espacial en Astronomía y las orientaciones experimental y aplicada en Física.

2. INVERSION Y PRODUCCION CIENTIFICA

Es interesante realizar una comparación entre las distintas instituciones astronómicas del país, a los efectos de determinar el presupuesto anual necesario para mantener el sistema en funcionamiento y para su equipamiento. Por consiguiente, se excluyen gastos de personal y construcciones.

En la Tabla 1 se presenta en la primera columna el detalle correspondiente a dicho presupuesto (P) para cada institución, en australes promedio de 1986 (que coinciden aproximadamente con dólares del mismo año) y para los años 1985 y 1986 (este último estimado). La segunda columna indica la distribución de personal en número de investigadores (I), Becarios (B), de Apoyo (A), estudiantes del último año (E) y la relación $P/(I+B)$. El valor de esta cantidad es de 2.300 A'86, sensiblemente inferior al costo anual de un investigador promedio. En la última columna se describe la producción anual expresada en número de publicaciones científicas de nivel internacional (PU) y la relación $PU/(I+B)$. En las instituciones donde este número es aplicable, da un valor aceptable, comparado con otras disciplinas (ver Tabla 2), con un promedio de 0.87.

TABLA 1

Instituciones Astronómicas

INSTITUCION (Director)	PRESUPUESTO P (A86=U\$)	AÑO	PERSONAL						PRODUCCION ANUAL			
			INV (I)	BEC (B)	I+B	AP (A)	EST (E)	TOT (T)	P/(I+B)	PUBLIC (PU)	PU/(I+B)	TESIS (DOC)
OBS. CORDOBA (Dr. Carranza)	<u>55.000</u>	<u>85</u>	20	5	<u>25</u>	40	10	75	2.200	<u>17</u>	0.68	0.5
	160.000*	86										
OBS. LA PLATA (P. Mondinalli)	<u>75.000</u>	<u>85</u>	35	15	<u>50</u>	60	15	125	1.500	<u>30</u>	0.60	3
	75.000*	86										
IAR (Dr. Colomb)	<u>30.000</u>	<u>85</u>	13	4	<u>17</u>	20	3	40	1.760	<u>20</u>	1.18	1
	100.000*	86										
IAFE (L. Ghielmetti)	<u>19.000</u>	<u>85</u>	20	20	<u>40</u>	10	10	60	475	<u>35</u>	0.88	2.5
	53.000*	86										
OBS. F. AGUILAR (Ing. J. López)	<u>49.000</u>	<u>85</u>	7	-	<u>7</u>	42	5	54	7.000	-	-	-
	65.000*	86										
EST. RIO GRANDE (L. Perdomo)	<u>10.000</u>	<u>85</u>	2	2	<u>4</u>	8	-	12	2.500	4	1.00	-
	10.000*	86										
CASLEO (Dr. H. Levato)	<u>95.000</u>	<u>85</u>	2	-	<u>2</u>	38	-	40	(+)	-	-	-
	100.000*	86										
TOTAL	<u>333.000</u>	<u>85</u>	99	46	<u>145</u>	218	43	406	2.300	<u>106</u>	0.87	7
	563.000*	86										

* estimado

+ el presupuesto del CASLEO ha sido prorrateado entre todos los I+B e incluido en en promedio general.

TABLA 2

INSTITUCIONES FISICAS

INSTITUCION (Director)	PRESUPUESTO P (A86=U\$)	AÑO	PERSONAL						PRODUCCION ANUAL			
			INV (I)	BEC (B)	I+B	AP (A)	EST (E)	TOT (T)	P/(I+B)	PUBLIC (PU)	PU/(I+B)	TESIS (DOC)
IFIR (Dr. M. Castagnino)	<u>22.000</u>	<u>85</u>	21	26	<u>47</u>	7	10	64	470	<u>42</u>	0.89	2
	110.000*	86										
CAB-IB (Dr. A. Lopez- Dr. V. Ponce)	<u>200.000</u>	<u>85</u>	67	21	<u>88</u>	50	15	153	2.270	<u>78</u>	0.88	5
	400.000*	86										

* estimado

Otro ítem importante a considerar es el número de tesis doctorales que se realizan por año, ya que da un índice de la formación de recursos humanos en la disciplina. Las instituciones físicas se describen en la Tabla 2: el Instituto de Física Rosario (IFIR), dependiente del CONICET y la UN Rosario y el Centro Atómico Bariloche-Instituto Balseiro (CAB-IB), de CNEA y la UNCuyo. Si bien el parámetro $P/(I+B)$ es relativamente favorable para el primero de ellos, ya que se produjeron un alto número de trabajos (42) con una baja inversión en 1985, esta situación no podría haber perdurado por mucho tiempo, ya que se necesita un presupuesto mínimo sensiblemente mayor para atender a una institución con 5 Grupos experimentales y aplicados y 3 teóricos que totalizan $(I+B)$. El mayor presupuesto asignado al IFIR (esencialmente a través de los subsidios PID) en 1986, corrige esta deficiencia y lleva la relación $P/(I+B)$ a valores normales, como los correspondientes al CAB-IB y al área astronómica. Cabe destacarse que los datos consignados pueden tener una indeterminación estimada del 20%, por lo que las comparaciones deben realizarse teniendo en cuenta esta indeterminación y además el hecho de que estos datos corresponden esencialmente a un solo año. Por consiguiente, salvo casos particulares, el análisis expuesto puede considerarse un punto de partida, para otros que deberán realizarse teniendo en cuenta la evolución de las distintas instituciones en un período mayor, así como el presupuesto total incluyendo gastos en personal, construcciones y otros no considerados comunmente, como electricidad, teléfono, etc.

3. POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

El número de investigadores en la Argentina en las distintas disciplinas científicas y tecnológicas en relación

a su población, es comparable y aún superior a países de desarrollo similar. Sin embargo la inversión anual estatal en Ciencia y Técnica es relativamente baja, 0,5% del PBI, lo que indica que cada argentino aporta al presente, en promedio, aproximadamente unos 10 A '86 para financiar este rubro /3/.

No se incluyen las inversiones que realizan ciertas empresas del Estado o mixtas y evidentemente las privadas. En este último caso, en algunas disciplinas como medicina, agro, industria, etc., la inversión global puede llegar a ser importante, si bien no se disponen de datos concretos al respecto. En países altamente desarrollados, la contribución per cápita supera en un orden de magnitud a la nacional.

Con el fin de tratar de impulsar la actividad científica en las empresas privadas, se han propuesto diversas acciones (ARGENTEC: Argentina Tecnológica, etc.) basadas en créditos para aquellos que incorporan investigación en sus proyectos de desarrollo.

El Estado nacional, a través de la Secretaría de Ciencia y Técnica y el CONICET promueve la investigación. La primera mediante Programas Nacionales y Proyectos específicos y la segunda institución promocionando las distintas disciplinas. En particular, del presupuesto total del CONICET (unos 100 Mega A '86), aproximadamente un décimo se invierte en Astronomía y Física.

En la Tabla 3, se presenta la distribución de los montos asignados por la Comisión Asesora correspondiente, entre 1984 y 1986, para ser destinados como subsidios a Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID), así como el número de viajes, becas de formación superior e ingreso a las Carreras de Investigador y Personal de Apoyo. Los temas primero, tercero y cuarto están, en promedio, en la misma proporción

que la relación IA/IF en el período considerado, que es de 1/5 (ver Figura 1). La inversión de la relación en el rubro Viajes se debe a que algunos astrónomos deben realizarlos para observación en el extranjero (Cerro Tololo, Arecibo, etc.), los que se suman a los habituales y en el rubro Personal de Apoyo, a la necesidad de incorporar un número importante de ellos al Complejo Astronómico El Leoncito (CASLEO).

Tabla 3
INVERSION DEL CONICET EN ASTRONOMIA Y FISICA

RUBRO	SUBSIDIOS PID '85		VIAJES '85		BECAS FOR. SUP. 84-86		INVESTIGADORES		PERS. APOYO	
	AST.	FIS.	AST.	FIS.	ASTRON.	FISICA	ASTRON.	FISICA	AST.	FIS.
Nº APROBADOS	26	81	17	11	4	29	11	60	30	11
MONTO* (K\$ '86)	264	937								

* expresado en miles de australes año 1986 (valor promedio).

La inauguración de este Complejo en setiembre de 1986 abre posibilidades a la Astronomía, no solamente Argentina sino también Latinoamericana e Internacional en general, mediante la concreción de convenios de intercambios científicos. Si bien un primer análisis del costo total del proyecto (10 Mega \$ '86) puede indicar un valor muy elevado, si se realiza un cálculo prorrateando este valor por el número de años que demoró su concreción (25) y por el número de potenciales usuarios por año (100), se obtiene una relación P (anual) / $(I+B)$ 4.000 \$ '86, que es del orden (algo superior) al valor medio actual del área Astronómica. Este esfuerzo nacional en el área se verá recompensado con un uso intensivo del equipamiento y un consecuente aumento de la

producción científica y de la formación de recursos humanos. Un dato ilustrativo del cambio de orientación impuesto en el CONICET en relación con la transferencia tecnológica, queda evidenciado por el hecho de que entre 1960 y 1983 se firmaron en promedio unos 9 convenios de transferencia, creciendo exponencialmente este número en 1984 y 1985 (25 y 75, respectivamente), estimándose para 1986 la firma de unos 150 convenios.

Con el objeto de aumentar el financiamiento destinado a Ciencia y Técnica, el CONICET está proponiendo la implementación del Programa BID-CONICET II, para el período 1987-1990 (Tabla 4). La distribución de los fondos a asignar en los items 1) PID, 2) Equipamiento, 3) Recursos Humanos y 4) Valorización de la investigación y Desarrollo se encuentra detallada en la Tabla 4. Debe observarse que del total de los 150 Mega A'86, una fracción considerable (82.7%) está destinada a los dos primeros rubros.

TABLA 4.

PROYECTO DE PROGRAMA BID-CONICET (1987-1990)

SUBPROGRAMAS	ORIGEN RECURSOS	FINANCIAMIENTO (MUS '86)*		
		BID	CONICET	TOTAL (%)
1. PID		22.5	58.4	80.9 (53.9)
2. EQUIPAMIENTO		30.4	18.8	49.2 (32.8)
3. RECURSOS HUMANOS		6.5	8.0	14.5 (9.7)
4. VALORIZACION DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO		0.6	4.8	5.4 (3.6)
	TOTAL	60.0	90.0	150.0 (100)

* significa millones de dolares año 1986

AGRADECIMIENTOS

Los datos incluidos en el presente informe han sido aportados por directivos y miembros de las instituciones y organismos mencionados, a quienes se agradece la valiosa colaboración prestada y además extraídos de publicaciones de las Asociaciones Argentinas de Astronomía y Física, de la SECYT y del CONICET.

REFERENCIAS

1. Bajaja, E. 1984: "La Astronomía Argentina en el Centenario del Observatorio de La Plata". Proc. Simposio Latinoamericano de Astronomía IAU, Revista Mexicana de Astronomía 21.
2. Mariscotti, M. 1984: "Hechos y Personajes en la Historia de la Asociación Física Argentina", 1, 2.
3. Garibotti, R. 1986: comunicación privada.