

ASTRONOMIA NO BRASIL

João E. Steiner

ASPECTOS HISTÓRICOS A astronomia brasileira, enquanto ciência institucionalizada e produtiva, é uma atividade recente. Ela se desenvolveu a partir da implantação da pós-graduação, no início da década de 1970. Apesar disso, houve iniciativas muito anteriores; o primeiro observatório astronômico instalado no Brasil, na verdade o primeiro no hemisfério sul, foi construído em 1639 no palácio Friburgo, Recife, pelos holandeses. Mais tarde, em 1730, os jesuítas instalaram um observatório no Morro do Castelo, na cidade do Rio de Janeiro.

Alguns anos após a declaração da independência, em 15 de outubro de 1827, foi assinado por D. Pedro I o ato de criação do Imperial Observatório do Rio de Janeiro que, com a proclamação da República, passou a ser denominado Observatório Nacional, uma das mais antigas instituições científicas brasileiras. No seu primeiro século de existência, o Observatório Nacional organizou ou participou de diversas expedições científicas de astronomia, sendo a mais famosa a que confirmou a teoria da relatividade em Sobral (CE), em 1919, comandada por uma equipe inglesa.

No início do século XX constroem-se observatórios em Porto Alegre e São Paulo, mas somente nas décadas de 1960 e de 1970, com a construção de um telescópio com espelho primário de 60 centímetros de diâmetro no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos (SP), e a instalação de telescópios de 50-60 cm em Belo Horizonte (MG), Porto Alegre (RS) e Valinhos (SP) começaram realmente as pesquisas em astrofísica no país. Nessa época, chegaram os três primeiros doutores em astronomia, formados no exterior, que participaram da instalação dos programas de pós-graduação no país. Paralelamente se inicia a construção do Observatório do Pico dos Dias (OPD), no qual foi inaugurado em 1981 um telescópio de 1,60 m, cuja operação ficou na responsabilidade do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), criado em 1985. Esse foi, de fato, o primeiro laboratório nacional efetivamente criado no Brasil. A operação desse laboratório nacional procurou seguir as melhores práticas internacionais na gestão e utilização dos seus equipamentos. Com isso, a comunidade astronômica se desenvolveu e pode dar um passo além, com a entrada no Consórcio Gemini, em 1993, e formando o Consórcio Soar, em 1998.

Ainda em 1974 foi instalado o radiotelescópio para ondas milimétricas com diâmetro de 13,4 metros, em Atibaia (SP). Nesse radiotelescópio foram feitas as principais pesquisas em radioastronomia no Brasil até hoje. Mais tarde, foi instalado o telescópio solar submilimétrico, em El Leoncito, Argentina, ao passo que o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) está instalando uma rede interferométrica (BDA, na sigla em inglês para Brazilian Decimetric Array) para estudar, principalmente, o Sol.

Na área espacial o Brasil participou, desde os anos 1970, de voos de balões estratosféricos, nos quais voaram equipamentos para observar a radiação cósmica de fundo e fontes de raios-X.

**Tabela 1 - OS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO NA ASTRONOMIA BRASILEIRA
NÚMERO DE CONCLUINTEES NO PERÍODO 2005/2007+2008 E NÚMERO DE ALUNOS MATRICULADOS EM 2009**

INSTITUIÇÕES COM CURSOS DE PÓS-GRADUAÇÃO	NOTA CAPES	2005/7 MESTRES	2008 MESTRES	2005/7 DOCTORES	2008 DOCTORES	MESTRANDOS E DOCTORANDOS MATRICULADOS EM 2009
IAG-USP	7	22	10	17	6	23/42
IF-UFRGS	7	3	2	6	3	4/9
CBPF	7	3	3	3	2	4/13
DF-UFGM	7	2	-	2	2	2/6
IF-UFRJ	7	1	-	6	1	2/3
DF-UFRN	5	7	1	6	3	5/14
DF-UFSC	5	4	1	3	2	1/4
DA-ON	4	10	3	8	1	13/18
DAS-Inpe	4	10	6	4	1	9/11
FEG-Unesp	4	8	2	-	1	6/5
Univap	4	2	1	-	-	3/1
DF-UFSM	3	4	1	4	-	1/4
OV-UFRJ	3	5	2	-	-	12/0
Unifei	3	2	1	-	-	5/0
Total	-	83	30	59	24	90/130

Obs.: A Unicsul (São Paulo), Uesc (Ilhéus) e Uern (Mossoró) iniciaram os programas de pós-graduação recentemente e não formaram alunos até 2008.

A PÓS-GRADUAÇÃO A pós-graduação teve um papel importante no sentido de impulsionar a formação de novos mestres e doutores no país (tabela 1). Os primeiros programas foram implantados no ITA, no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade de Mackenzie, no início dos anos 1970. Posteriormente, começou a pós-graduação nas universidades Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de Minas Gerais (UFMG), sendo o programa do Mackenzie transferido para o Observatório Nacional. Se, em 1970, havia apenas três doutores no Brasil, em 1981, o Brasil já contava com 41 doutores em astronomia. Hoje existem 234 doutores empregados em 40 instituições, além de 60 pós-doutores. Algumas instituições são bastante grandes, enquanto que a maioria das instituições conta com apenas um ou dois profissionais (tabela 2).

Atualmente são formados cerca de 30 mestres e 25 doutores por ano somando-se todos os programas no Brasil. São, ao todo, 12 programas de doutorado e 17 programas de mestrado. O total de alunos matriculados no primeiro semestre de 2009 é de 90 no mestrado e 130 no doutorado.

No passado, os cursos de graduação em astronomia não tiveram muita ênfase no Brasil. Os candidatos à pós-graduação eram, quase sempre, formados em bacharelado de física. Apenas a UFRJ ofereceu o curso de graduação nos últimos 50 anos. Na USP existe, já há cerca de uma década, a opção de habilitação em astronomia no bacharelado de física. No ano de 2009 o IAG da USP iniciou o programa de bacharelado em astronomia. A mesma decisão foi tomada pelo Instituto de Física da UFRGS.

GRUPOS DE PESQUISA E PRODUÇÃO CIENTÍFICA Com o início da pós-graduação, a produção científica brasileira na área da astronomia também teve um grande desenvolvimento. No ano de 1965, ela praticamente não existia, pois não há registro de trabalho científico publicado em revista indexada (tabela 3). Em 1970 já houve oito artigos publicados. Nos 30 anos seguintes (1970-2000) a taxa média

de crescimento anual dos artigos publicados foi de 11,4%. Esse crescimento extraordinário se deve a diversos fatores, entre os quais: a) retorno de doutores formados no exterior; b) início da pós-graduação no Brasil; c) contratação de profissionais por universidades e institutos federais de pesquisa; d) instalação da antena de radioastronomia de Atibaia (SP) e do telescópio de 1,60 m de diâmetro do OPD; e) o uso sistemático da internet, a partir da década de 1990, deu aos pesquisadores brasileiros, antes isolados pelas grandes distâncias, capacidade muito maior de articulação e formação de *networking* nacional e internacional.

Já no período entre 2000-2008, essa taxa foi bem menor: 0,8%. Isso também se deve a diversos fatores: o número de contratações de professores e pesquisadores nesse período foi muito pequeno e o quadro, estagnado, passou a envelhecer; a antena de Atibaia deixou de ser competitiva; os telescópios do OPD, apesar de produtivos, eram competitivos apenas na área estelar, uma vez que novos e modernos telescópios, instalados em sítios muito superiores, passaram a dar apoio muito mais efetivo à astronomia extragaláctica; muitos estudantes deixaram de procurar a área da astronomia por falta de perspectiva profissional.

Esse quadro está mudando. Diversos indicadores sugerem que a astronomia no Brasil está voltando a ter um crescimento mais dinâmico. Dentre os fatores responsáveis por essa mudança podemos citar a entrada do Brasil nos consórcios Gemini e Soar, que começam a produzir resultados em ritmo crescente; novos estudantes estão sendo atraídos para a área em número e qualidade crescentes; a ocorrência de novas contratações de profissionais, principalmente em universidades; novos grupos de pesquisa se formam em universidades nas quais não havia astrônomos até recentemente, inclusive universidades privadas. Além disso, a descoberta da matéria escura tem motivado um grande número de trabalhos na área de cosmologia teórica, hoje, já a segunda área mais produtiva. E, por fim, outras áreas novas de pesquisa como a física de asteróides e exoplanetas têm mostrado produção significativa (tabela 4).

Tabela 2 - NÚMERO DE ASTRÔNOMOS FORMADOS E EM FORMAÇÃO POR INSTITUIÇÃO DE PESQUISA

SIGLA DA INSTITUIÇÃO	COM BOLSA PQ-1	COM BOLSA PQ-2	SEM BOLSA PQ	PÓS-DOCTOR	ALUNOS MS+DR	TOTAL
USP	18	5	16	18	65	122
ON	8	5	14	5	31	63
Inpe	7	4	13	4	20	48
UFRJ(OV+IF)	1	7	11	1	18	38
UFRGS	7		3	3	13	26
UFRN	2	3	3	1	19	26
Unesp(FEG+RC)	2	2	5	4	11	24
CBPF	1	4	1	1	17	24
LNA(+Soar)		1	8	4		13
Univap		3	5	1	4	12
UFMG	1	1	3	1	5	11
UFSC	3		1	1	5	10
Uesc		3	4	2		9
Unifei		1	2		5	8
Unicsul		1	6	1		7
UFMS		1	2		4	7
Un. Mackenzie	1	3	1	1		6
UEFS			5			5
Unipampa			3			3
Uern			3			3
UnB			3			3
UFPR		1	1			2
UFABC		1	1			2
Unochapecó			2			2
UFPeI			2			2
UEL			2			2
Unifesp			2			2
CTA			2			2
UFF		2				2
UERJ			2			2
UCS		1				1
Uninove		1				1
Unirio			1			1
Univasp			1			1
UFJF			1			1
UEPG			1			1
UFMT			1			1
UFSCar			1			1
Cefet-SP			1			1
UTFPR			1			1
Fund.Sto.André			1			1
Exterior-pósDr				11		11
Total geral	51	50	135	59	225	508

Obs: Bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq nível PQ-1 (oferece bolsa + grant, renováveis a cada três anos); bolsa de nível PQ-2 (não tem grant, e também é renovável a cada três anos).

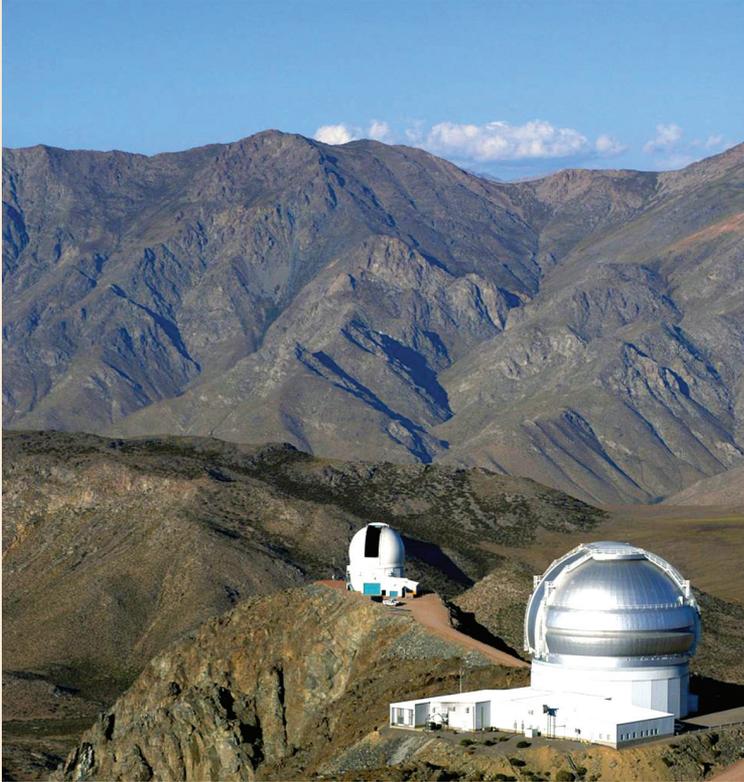
Os maiores grupos de pesquisa em astronomia estão concentrados na USP e nas universidades federais — como UFRGS, UFRJ e UFRN — assim como nos institutos do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), Observatório Nacional e Inpe (tabela 2). Todos eles mantêm programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado. No entanto, outros grupos menores também participam de programas de pós-graduação, quase sempre em conjunto com os programas de física.

As principais áreas de pesquisa são astronomia estelar (óptica e infravermelha) que produz 30% de todos dos artigos científicos publicados em 2008, cosmologia teórica, com 17%, e astronomia extragaláctica, com 13%. Algumas áreas tiveram desenvolvimento bastante recentemente como a física de asteróides (6%) e exoplanetas (3%). Essa última se desenvolveu graças à participação do Brasil no satélite Corot.

INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA E OBSERVATÓRIOS VIRTUAIS O objetivo da ciência da astronomia é fazer pesquisa básica, mas ela pode ser realizada promovendo o desenvolvimento de instrumentação de ponta. Dessa forma se incentiva a *cultura da inovação tecnológica*. Isso se dá pelo treinamento de cientistas e técnicos em tecnologias emergentes, necessárias para a pesquisa astronômica de ponta.

A participação brasileira nos telescópios Gemini e Soar viabilizou, pela primeira vez, a construção efetiva de instrumentos modernos para grandes telescópios. No segundo semestre de 2009 serão concluídos os dois primeiros instrumentos de classe mundial construídos no Brasil, para uso no telescópio Soar. O terceiro instrumento também está em fase avançada de construção.

O século XXI se iniciou com uma verdadeira explosão de dados científicos em forma digital que está produzindo uma revolução na astronomia. Devido a vários empreendimentos de grande porte,



O telescópio Gemini sul (em frente) e o telescópio Soar, em Cerro Pachón, Andes Chilenos (deserto do Atacama).

uma imensa quantidade de dados digitais de excelente qualidade, obtidos tanto do solo quanto do espaço, ficaram disponíveis. E isso é só o começo.

O acesso e a manipulação do volume dos dados já armazenados desde as últimas duas décadas, pelo menos, tornou-se um desafio para os pesquisadores que precisam analisar seus próprios dados experimentais e/ou buscar outros em arquivos e bancos de dados espalhados na rede. Se, por um lado, os contínuos desenvolvimentos de *hardware*, têm permitido, a custos relativamente modestos, a aquisição, o processamento e armazenamento de centenas de *terabytes* de dados, os sistemas de software necessários para a manipulação desses dados ainda deixam muito a desejar. Esse é um problema reconhecido por todas as comunidades científicas e vários projetos de grande porte foram iniciados no sentido de encontrar soluções. No âmbito da comunidade astronômica, o nome genérico dessa solução é o Observatório Virtual (VO, do acrônimo em inglês).

Numa primeira aproximação um VO é um sistema, acessado pela internet, que provê ampla conexão entre dados arquivados e também ferramentas de extração e garimpagem de dados e, de maneira geral, de redução de complexidade. Atualmente, esse projeto encontra-se em franco desenvolvimento, sendo coordenado internacionalmente pela Aliança Internacional do Observatório Virtual (Ivoa,

SIGLAS (41 INSTITUIÇÕES)

USP – Universidade de São Paulo (SP)

ON – Observatório Nacional/MCT (RJ)

Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/MCT (SP)

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro (RJ)

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (RS)

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (RN)

Unesp- Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (SP)

CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/MCT (RJ)

Unifei – Universidade Federal de Itajubá (MG)

LNA – Laboratório Nacional de Astrofísica/MCT (MG)

Univap – Universidade do Vale do Paraíba (SP)

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais (MG)

Uesc – Universidade Estadual de Santa Cruz (BA)

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina (SC)

Unicsul – Universidade Cruzeiro do Sul (SP)

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria (RS)

Un. Mackenzie – Universidade Presbiteriana Mackenzie (SP)

UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana (BA)

Uerj – Universidade Estadual do Rio de Janeiro (RJ)

Unipampa – Universidade Federal do Pampa (RS)

Uern – Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (RN)

UnB – Universidade de Brasília (DF)

UEL – Universidade Estadual de Londrina (PR)

UFPR – Universidade Federal do Paraná (PR)

UFABC – Universidade Federal do ABC (SP)

CTA – Comando-Geral de Tecnol. Aeroespacial/MD (SP)

Unochapecó – Univ. Comunitária Regional de Chapecó (SC)

UFPeL – Universidade Federal de Pelotas (RS)

Unifesp – Universidade Federal de São Paulo (SP)

UCS – Universidade de Caxias do Sul (RS)

UFF – Universidade Federal Fluminense (RJ)

Uninove – Universidade 9 de Julho (SP)

Unirio – Universidade do Rio de Janeiro (RJ)

Univasf – Universidade Federal do Vale do São Francisco (PE)

UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora (MG)

UEPG – Universidade Estadual de Ponta Grossa (PR)

UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso (MT)

UFScar – Universidade Federal de São Carlos (SP)

Cefet-SP – Centro Fed. de Ensino Tecnol. de São Paulo (SP)

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná (PR)

Fund. Sto. André – Fundação Santo André (SP)

Tabela 3 - PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA ASTRONOMIA BRASILEIRA (1965-2008)

ANO	NÚMERO DE ARTIGOS PUBLICADOS EM REVISTAS INDEXADAS
1965	0
1970	8
1975	15
1980	25
1985	47
1990	74
1995	111
2000	205
2005	214
2008	219

Fonte: Nasa Astrophysical Data System (ADS)

Taxa anual média de crescimento da população

1970-2000	11,4%
1-2005	0,9%
2005-2008	0,8%

Fonte: Nasa Astrophysical Data System (ADS)

Tabela 4 - DISTRIBUIÇÃO DOS ARTIGOS PUBLICADOS PELA ASTRONOMIA BRASILEIRA EM 2008, POR ESPECIALIDADE

ÁREA	Nº. ARTIGOS	%
Astronomia estelar óptica e infravermelha	63	28.8
Cosmologia teórica	38	17.4
Astronomia extragaláctica óptica e infravermelha	26	11.9
Física de asteróides	12	5.8
Astrofísica estelar teórica	9	4.3
Evolução química de sistemas estelares	9	4.3
Astronomia dinâmica	9	4.3
Radioastronomia solar	7	3.2
Instrumentação	7	3.2
Exoplanetas	6	2.7
Outros	29	13.2
Total	219	100

na sigla em inglês). O Brasil tornou-se membro do Ivoa através da rede Bravo (Observatório Virtual Brasileiro) em 2009.

CONCLUSÃO A astronomia no Brasil é uma atividade relativamente recente. Apesar disso, o crescimento foi extraordinário, principalmente no período de 1970 a 2000. Hoje, as perspectivas são animadoras, principalmente porque o país passou a ser parceiro dos grandes consórcios internacionais Gemini e Soar. Com isso, passamos a ser o

único país em desenvolvimento que é parceiro de um telescópio de quatro metros e também de outro de 8 metros de diâmetro. Desta forma, os jovens brasileiros podem encontrar na astronomia uma possibilidade de carreira promissora.

João E. Steiner é professor titular do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da USP