

# A Espiral da Cultura Científica

*Carlos Vogt*

# A Espiral da Cultura Científica

*Carlos Vogt*



# A Espiral da Cultura Científica

*Carlos Vogt*

## I

**F**ernando de Azevedo, no clássico *A cultura brasileira*, de 1943, seguindo a distinção de Humboldt entre cultura e civilização, vê na primeira uma espécie de vontade schopenhauriana da sociedade em preservar a sua existência e assegurar o seu progresso, atendendo não apenas à satisfação das exigências de sua vida material, mas sobretudo e principalmente de suas necessidades espirituais.

Como escreve o autor, “cultura, [...], nesse sentido restrito, e em todas as suas manifestações, filosóficas e científicas, artísticas e literárias, sendo um esforço de criação, de crítica e de aperfeiçoamento, como de difusão e de realização de ideais e de valores espirituais, constitui a função mais nobre e mais fecunda da sociedade, como a expressão mais alta e mais pura da civilização”.

Em 1959 C. P. Snow proferiu em Cambridge, Inglaterra, a famosa conferência “As duas culturas”, que, publicada, tornar-se-ia também um clássico da reflexão sobre as diferenças que separariam a cultura voltada para a ciência e a cultura, humanística, voltada para as artes.

Entretanto, como bem aponta o professor Leopoldo de Meis em seu instrutivo e oportuno *Ciência e Educação – O conflito humano-tecnológico, de 1998*, várias são, ao longo da história, as discordâncias em relação à dicotomia traçada por Snow, entre elas a do escritor norte-americano John Burroughs, para quem “o verdadeiro poeta e o verdadeiro cientista não se estranham”, a de Max Planck, que considera que “o cientista tem de ter uma imaginação vívida e intuitiva, porque as novas idéias não são geradas por dedução, mas por uma imaginação artística e criativa”, e mesmo a de Einstein, quando escreve:

“Onde o mundo cessa de ser a cena de nossas esperanças e desejos pessoais, onde podemos encará-lo como seres livres, admirando, perguntando, observando, aí entramos nos domínios da arte e da ciência. Se o que é visto e experimentado é mostrado com a linguagem da lógica, estamos engajados em ciência. Se é comunicado por meio de formas cujas conexões não são acessíveis à mente consciente, mas são reconhecidas intuitivamente como importantes, então estamos engajados na arte. Comum a ambas é a devoção amorosa àquilo que transcende as preocupações pessoais...”

## II

De nosso ponto de vista, embora haja distinções teóricas e metodológicas fundamentais entre arte e ciência, há entre elas algo poderosamente comum. Trata-se da finalidade compartilhada por ambas, que é a da criação e a da geração de conhecimento, por meio da formulação de conceitos abstratos e ao mesmo tempo, por paradoxal que pareça, tangíveis e concretos. No caso da ciência, essa tangibilidade e concretude se dá pela demonstração lógica e pela experiência; no caso da arte, pela sensibilização do conceito em metáfora e pela vivência.

Por isso a expressão cultura científica nos soa mais adequada do que as várias outras tentativas de designação do amplo e cada vez mais difundido fenômeno da divulgação científica e da inserção no dia-a-dia de nossa sociedade dos temas da ciência e da tecnologia.

Melhor do que *alfabetização científica* (tradução para *scientific literacy*), popularização/vulgarização da ciência (tradução para *popularization/vulgarization de la science*), percepção/compreensão pública da ciência (tradução para *public understanding/awareness of science*), a expressão *cultura científica* tem a vantagem de englobar tudo isso e conter ainda, em seu campo de significações, a idéia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda, do

ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais de seu tempo e de sua história.

Louis Berlinguet, no prefácio ao livro *When science becomes culture*, que contém os trabalhos apresentados no simpósio internacional sobre o tema, realizado em Montreal, Canadá, em abril de 1994, escreve:

“No passado, o pequeno grupo de cientistas que, com grande dificuldade, examinou as primeiras leis de nosso universo estava circundado pela sociedade. Com a expansão do conhecimento, nas palavras de Pierre Fayard, houve ‘uma revolução copernicana que tende a fazer com que a ciência gire em torno do público, e não o contrário’. Hoje, quer queiramos ou não, estamos envolvidos em nosso cotidiano pela ciência e pela tecnologia. Desse modo, é melhor tentar conquistá-las do que permanecer passivo em face de seus desenvolvimentos”.

Como é possível realizar essa conquista sem estar envolvido diretamente no processo de produção, de difusão ou de ensino e aprendizagem da ciência?

A resposta é “Pela divulgação científica”, isto é, pela participação ativa do cidadão nesse amplo e dinâmico processo cultural em que a ciência e a tecnologia entram cada vez mais em nosso cotidiano, da mesma forma que a ficção, a poesia e a arte fazem parte do imaginário social e simbólico de nossa realidade e de nossos sonhos, multiplicando em nossa existência única, e provisória, a infinitude de vidas e vivências que vivemos sem jamais tê-las vivido.

### III

Quando se fala em *cultura científica* é preciso entender pelo menos três possibilidades de sentido que se oferecem pela própria estrutura lingüística da expressão:

#### 1. Cultura da ciência

Aqui é possível vislumbrar ainda duas alternativas semânticas:

- a) cultura gerada pela ciência
- b) cultura própria da ciência

#### 2. Cultura pela ciência

Duas alternativas também são possíveis:

- a) cultura por meio da ciência
- b) cultura a favor da ciência

#### 3. Cultura para a ciência

Cabem, da mesma forma, duas possibilidades:

- a) cultura voltada para a produção da ciência
- b) cultura voltada para a socialização da ciência.

Nesse último caso, teríamos em a) a difusão científica e a formação de pesquisadores e de novos cientistas e em b) parte do processo de educação não contido em a), como o que se dá, por exemplo, no ensino médio ou nos cursos de graduação e também nos museus (educação para a ciência), além da divulga-

ção, responsável, mais amplamente, pela dinâmica cultural de apropriação da ciência e da tecnologia pela sociedade.

Essas distinções aqui esquematizadas certamente não esgotam a variedade e a multiplicidade de formas da interação do indivíduo com os temas da ciência e da tecnologia nas sociedades contemporâneas, mas podem contribuir para um entendimento mais claro da complexidade semântica que envolve a expressão *cultura científica* e o fenômeno que ela designa em nossa época também caracterizada por outras denominações correntes, em geral forjadas sobre o papel fundamental do conhecimento para a vida política, econômica e cultural dessas sociedades: sociedade do conhecimento.

#### IV

Na apresentação que escrevi para o livro *Divulgação científica – 96 verbetes*, de Isaac Epstein, chamo a atenção para o uso adequado que faz o autor da famosa tirada, cheia de espírito e fina ironia com que Bernard Shaw brinda a distinção entre especialistas e generalistas e a sua relação com o conhecimento nos tempos modernos: os especialistas sabem cada vez mais sobre menos, até saberem tudo sobre nada, enquanto os generalistas sabem cada vez menos sobre mais, até não saberem nada sobre tudo.

Será essa a vertigem do conhecimento? Estará a sociedade fadada a viver na exterioridade completa da compreensão e do

entendimento daquilo que hoje, mais do que nunca, por ser também riqueza, estrutura e determina o conjunto de nossas relações de trabalho, de nossos valores culturais e éticos, e mesmo cotidiano de nossas esperanças?

A distinção cara à tradição do positivismo lógico que opõe o contexto de justificação ao contexto de descoberta da ciência, estabelecendo diferenças epistemológicas cortantes entre o que é intrinsecamente próprio do fazer científico e aquilo que o cerca como eventualidade histórica e externa às suas normas, regras e leis constitutivas, essa distinção, dentro do que aqui vai sendo chamado de cultura científica, vai também perdendo sua força, não fosse, entre outras coisas, o fato de que a ciência, por suas transformações, foi incorporando, como campo de sua pesquisa, a própria relação entre o fenômeno observado e o observador.

Mudanças importantes nos paradigmas científicos, como aquelas analisadas por Popper e por Khun, trouxeram também conseqüências importantes para as culturas dos que fazem ciência, dos que ensinam a fazer ciência e dos que buscam fazer, saber como e para quê se faz ciência. Essas mudanças marcam também, no plano geral dos valores que caracterizam a maior parte das sociedades contemporâneas, a dinâmica do processo cultural da ciência e da tecnologia conhecido como cultura científica e tecnológica.

Como medi-lo? Como avaliá-lo? Como interpretá-lo?

Há, desde que foi constatado e nomeado, uma grande quantidade de estudos produzidos, uma literatura sociológica e economicista em franco desenvolvimento e constituição, um volume significativo de indicadores que se apresentam, questio-

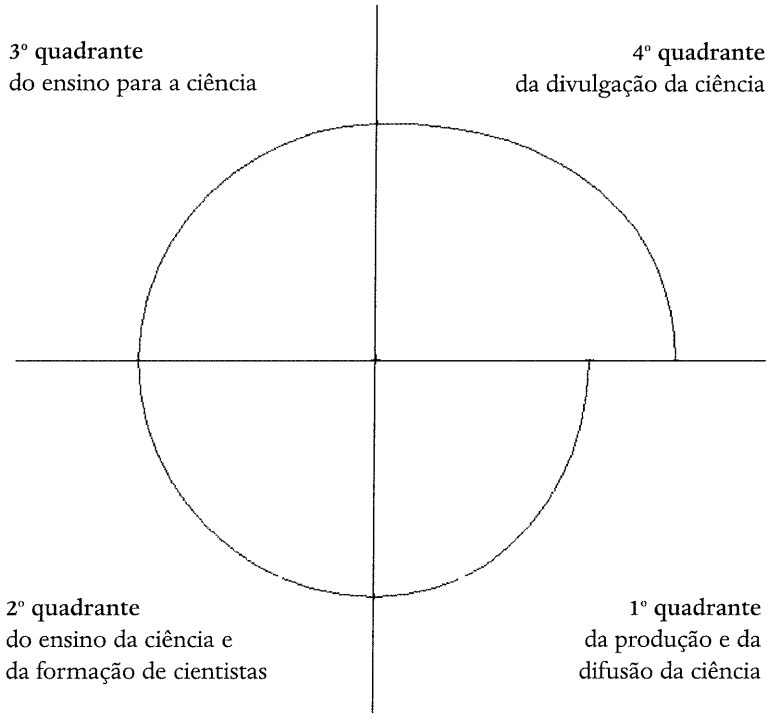
nários sobre percepção pública da ciência que se aplicam, estatísticas sobre o número de visitantes de museus dedicados ao tema, estudos sobre sua ocorrência na mídia e a sua freqüentação pelo leitor, e, sobretudo, uma enorme vontade epistemológica de definição, própria das grandes novidades e dos novos campos de conhecimento, em geral multidisciplinares, como é o caso desse que a expressão *cultura científica* procura recortar.

## V

A dinâmica da chamada cultura científica poderia ser melhor compreendida se a visualizássemos na forma de uma espiral, a *espiral da cultura científica*, como proponho chamá-la.

A idéia é que a representássemos em duas dimensões evoluindo sobre dois eixos, um horizontal, o do tempo, e um vertical, o do espaço, e que pudéssemos estabelecer não apenas as categorias constitutivas, mas também os atores principais de cada um dos quadrantes que seu movimento vai, graficamente, desenhando e, conceitualmente, definindo.

# Espiral da Cultura Científica



Tomando-se como ponto de partida a dinâmica da produção e da circulação do conhecimento científico entre pares, isto é, da difusão científica, a espiral desenha, em sua evolução, um segundo quadrante, o do ensino da ciência e da formação de cientistas; caminha, então, para o terceiro quadrante e configura o conjunto de ações e predicados do ensino para a ciência e volta, no quarto quadrante, completando o ciclo, ao eixo de partida, para identificar aí as atividades próprias da divulgação científica.

Cada um desses quadrantes pode, além disso, caracterizar-se por um conjunto de elementos que, neles distribuídos, pela evolução da espiral, contribuem também para melhor entender a dinâmica do processo da cultura científica.

Assim, no primeiro quadrante, teríamos como destinadores e destinatários da ciência os próprios cientistas; no segundo, como destinadores, cientistas e professores, e como destinatários, os estudantes; no terceiro, cientistas, professores, diretores de museus, animadores culturais da ciência seriam os destinadores, sendo destinatários os estudantes e, mais amplamente, o público jovem; no quarto quadrante, jornalistas e cientistas seriam os destinadores e os destinatários seriam constituídos pela sociedade em geral e, de modo mais específico, pela sociedade organizada em suas diferentes instituições, inclusive, e principalmente, as da sociedade civil, o que tornaria o cidadão o destinatário principal dessa interlocução da cultura científica.

Ao mesmo tempo, teríamos outros atores distribuídos pelos quadrantes. Desse modo, a título de ilustração, teríamos no pri-

meio quadrante, com seus respectivos papéis, as universidades, os centros de pesquisa, os órgãos governamentais, as agências de fomento, os congressos, as revistas científicas; no segundo, acumulando funções, outra vez as universidades, o sistema de ensino fundamental e médio, o sistema de pós-graduação; no terceiro, os museus e as feiras de ciência; no quarto, as revistas de divulgação científica, as páginas e editorias dos jornais voltadas para o tema, os programas de televisão, etc.

Importa observar que, nessa forma de representação, a *espiral da cultura científica*, ao cumprir o ciclo de sua evolução, retornando ao eixo de partida, não regressa, contudo, ao mesmo ponto de início, mas a um ponto alargado de conhecimento e de participação da cidadania no processo dinâmico da ciência e de suas relações com a sociedade, abrindo-se com a sua chegada ao ponto de partida, em não havendo descontinuidade no processo, um novo ciclo de enriquecimento e de participação ativa dos atores em cada um dos momentos de sua evolução.

Como resultado desse movimento que a *espiral da cultura* representa vale a pena registrar o nascimento de instituições voltadas para as questões de ciência e tecnologia e que têm fortes componentes de participação da cidadania, como é o caso, no Brasil, por exemplo, da CTNBio e de suas atribuições regulativas no que diz respeito à nossa biodiversidade.

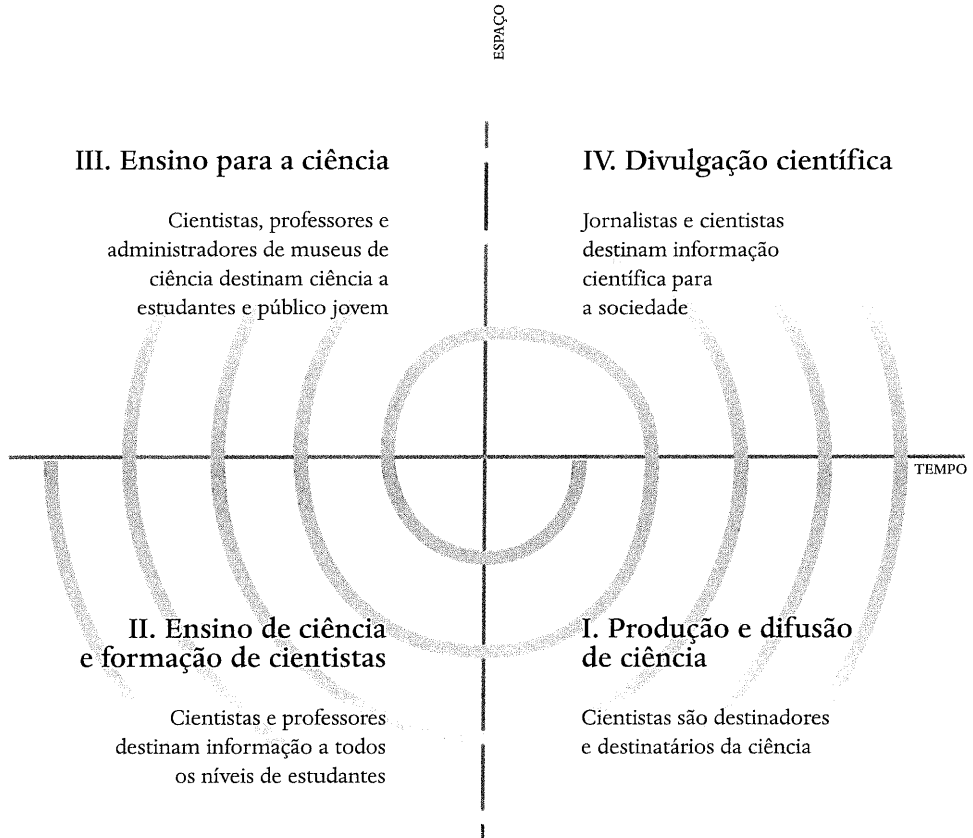
O que, enfim, a *espiral da cultura científica* pretende representar, na forma que lhe é própria, é, em termos gerais, a dinâmica constitutiva das relações inerentes e necessárias entre ciência e cultura.

## A espiral como metáfora

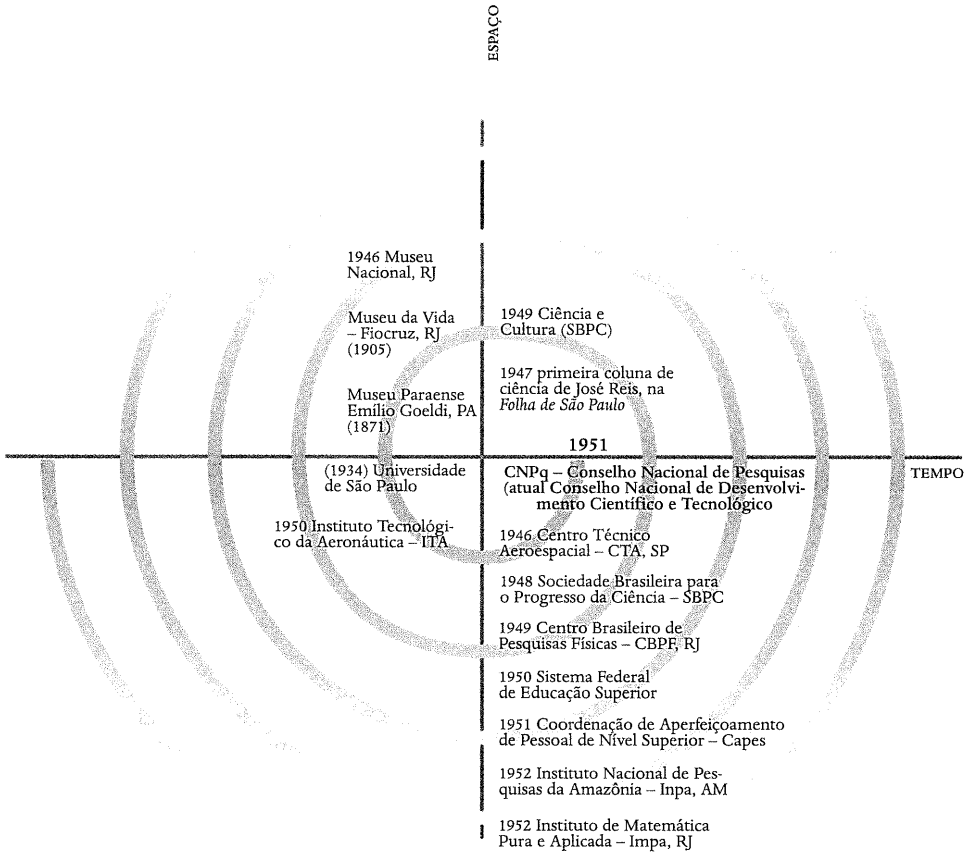
A representação gráfica de fatos relacionados às atividades de pesquisa científica e tecnológica no Brasil sobre uma espiral é um exercício de síntese. Se observados a partir do período pós-Segunda Grande Guerra Mundial, quando passaram a revelar maior intensidade e organização da produção brasileira na área, esses fatos provocam reflexões interessantes sobre a constituição do sistema brasileiro de Ciência e Tecnologia, tomando-se como marco de referência inicial a criação, em 1951, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Na verdade, foi o caminho inverso que levou à formulação do conceito da espiral como forma de entender a aquisição da cultura científica com origem na produção e difusão de ciência entre cientistas. Nessa imagem metafórica, o conhecimento chega a estudantes de todos os níveis por seus professores e pelos próprios pesquisadores, continua a ser difundido no ensino para a ciência – já envolvendo centros e museus de ciência, que atingem públicos mais amplos e heterogêneos –, para, finalmente fortalecer a especialização em divulgação científica, praticada por jornalistas e cientistas. Progressivamente, a evolução da espiral da cultura científica segue no tempo e no espaço e ainda produz, pelo encadeamento de ações e pela expansão natural da participação social, organismos reguladores do funcionamento do sistema de CT&I representados, por exemplo, por comissões e conselhos normativos em diferentes esferas do poder público.

# A Espiral da Cultura Científica



# Brasil

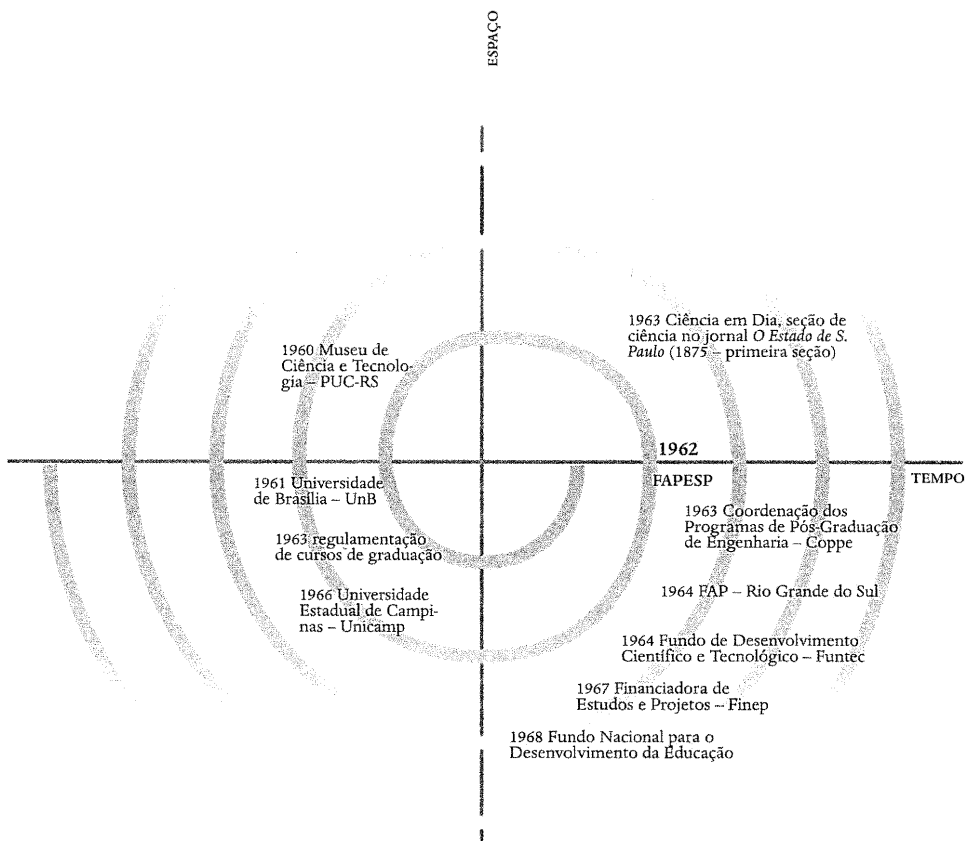




## Pesquisas apoiadas pela FAPESP

- ◆ 1943 – Genética de populações de *Drosophila*, por Crodowaldo Pavan
- ◆ 1947 – Raios cósmicos, por Gleb Wataghin
- ◆ 1947 – Descoberta da partícula méson-pi em raios cósmicos, por César Lattes (Prêmio Nobel para Cecil Frank Powell, em 1950)
- ◆ 1948 – Descoberta da bradicinina, por Maurício Rocha e Silva, Gastão Rosenfeld e Wilson Beraldo

# Brasil – Anos 1960



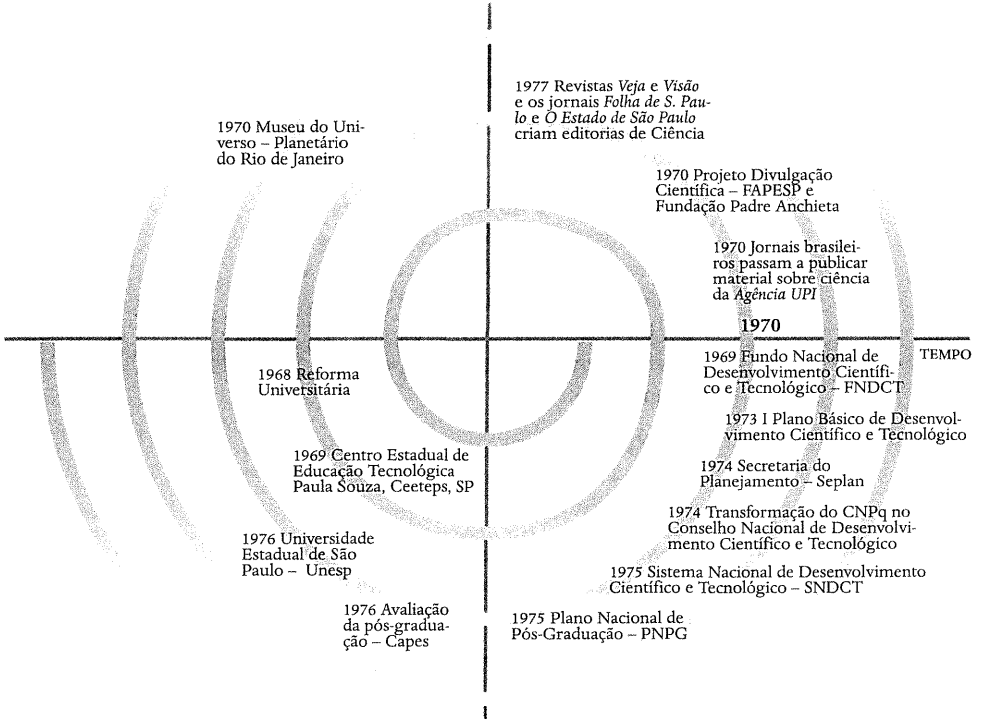


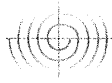
## Pesquisas apoiadas pela FAPESP

- ◆ 1963 – Cancro cítrico, por Victoria Rossetti
- ◆ 1963 – *Stevia rebaudiana*, pesquisadores dos Institutos de Botânica e Agrônomo de Campinas, Faculdades de Medicina da USP (Ribeirão Preto e São Paulo) e de Farmácia e Bioquímica e Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq)
- ◆ 1965 – Projeto Amazonas; mapeamento dos recursos da região, por Paulo Vanzolini
- ◆ 1965 – Base de dados sobre o litoral e área costeira, por Paulo Vanzolini e Marta Vanucci
- ◆ 1966 – Centro de Pesquisas de Produtos Naturais e Laboratório de Produtos Naturais, coordenados por Otto Gottlieb e Pachcoal Senise

# Brasil – Anos 1970

ESPAÇO

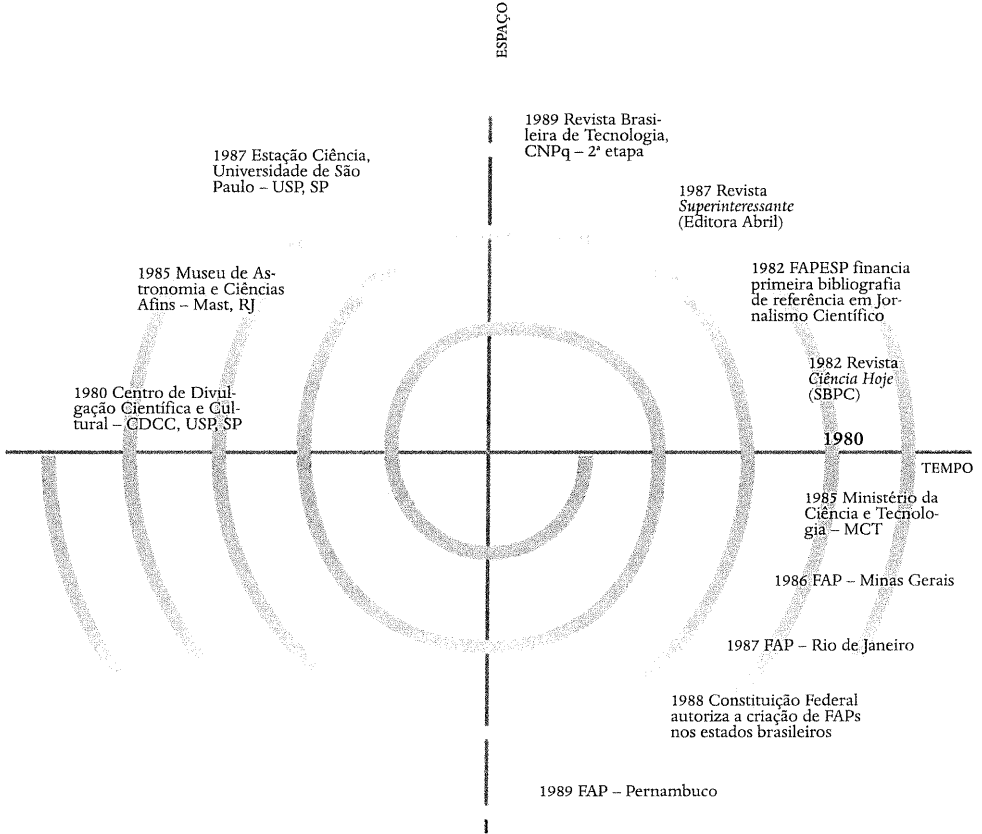


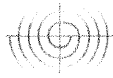


## Pesquisas apoiadas pela FAPESP

- ◆ 1970 – Bioq/FAPESP – 14 projetos para desenvolvimento da bioquímica em São Paulo, Instituto de Química da USP e Escola Paulista de Medicina
- ◆ 1970 – Radasp – projeto Radar Meteorológico de São Paulo, Inpe
- ◆ 1978 – Tipologia dos reservatórios de água em São Paulo, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Instituto de Biociências (USP) e Instituto de Pesca (Seagri-SP – Secretaria da Agricultura e Abastecimento de São Paulo)

# Brasil – Anos 1980

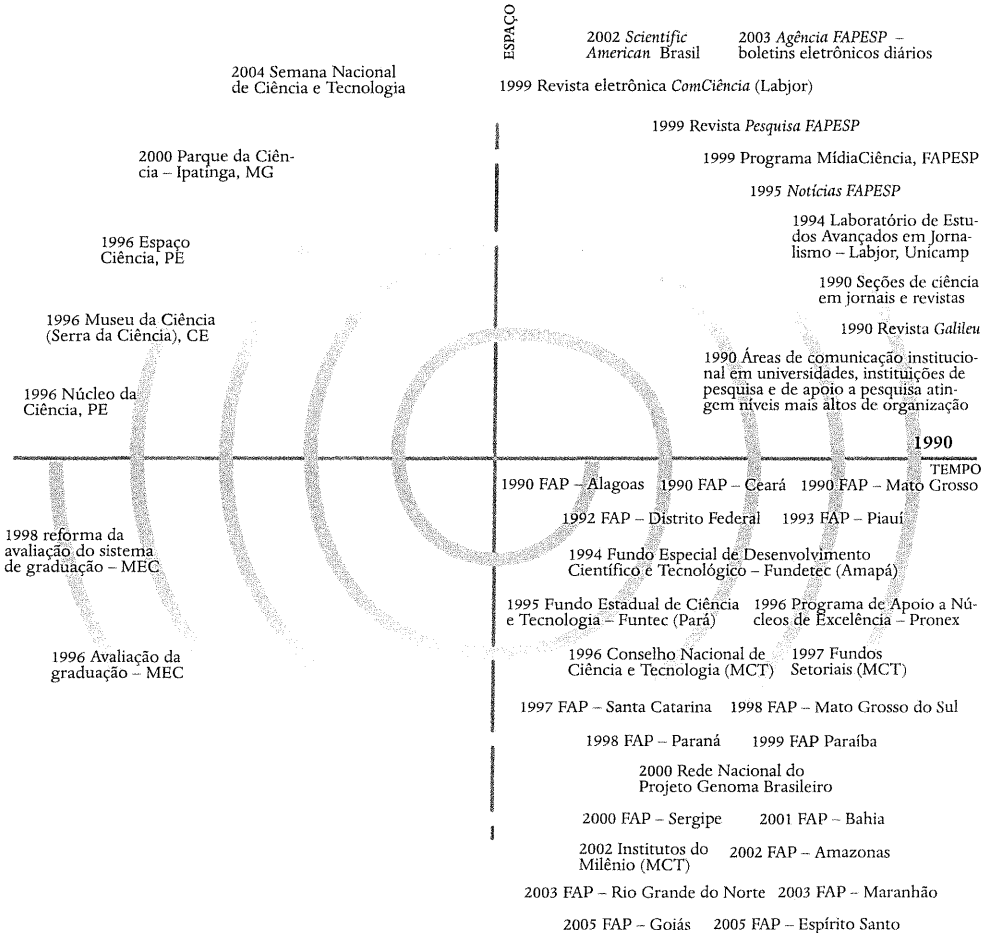


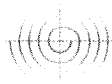


## Pesquisas apoiadas pela FAPESP

- ◆ 1983 – Ação Programada em Águas Subterrâneas, por Aldo Rebouças
- ◆ 1984 – Centro de Biotérios da USP, Unicamp e Escola Paulista de Medicina (atual Universidade Federal de São Paulo – Unifesp)

# Brasil – Anos 1990





## Pesquisas apoiadas pela FAPESP

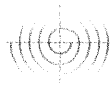
- ◆ 1993 – Experimento de Larga Escala na Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA
- ◆ 1995 – Programas Especiais e de Inovação Tecnológica da FAPESP
- ◆ 1997 – Rede ONSA para pesquisa em Genômica – primeiros projetos: Genoma *Xylella fastidiosa*, Genoma Cana e Genoma Humano do Câncer
- ◆ 1999 – Vacina gênica contra a tuberculose, por Célio Lopes Silva
- ◆ 1999 – Instituto Virtual da Biodiversidade – Biota-FAPESP
- ◆ 2000 – Conclusão do projeto Genoma *Xylella* – o primeiro seqüenciamento genético de um patógeno de planta no mundo (capa da revista *Nature*, em julho)



## Número de doutores formados no Brasil

1998	3.949
1999	4.853
2000	5.335
2001	6.040
2002	6.843
2003	8.094

Fonte: Ministério da Educação

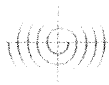


## Recursos Humanos em C&T – 1999

	milhões de pessoas	% PEA*
Brasil	3,16	4,0
São Paulo	1,06	6,0
Outros estados	2,10	3,4

\*População Economicamente Ativa

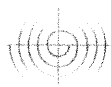
Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística



## Educação no Brasil

- ◆ ensino básico (2005):
  - 55,3 milhões de estudantes
  - 207,2 mil escolas
  - 2,5 milhões de professores
- ◆ graduação (2003):
  - 3,9 milhões de estudantes
  - 1.859 instituições
  - 254 mil de professores
- ◆ pós-graduação (2002):
  - 22.735 mestres
  - 6.843 doutores
  - 1.570 programas
  - 26,7 mil professores

Fonte: Ministério da Educação



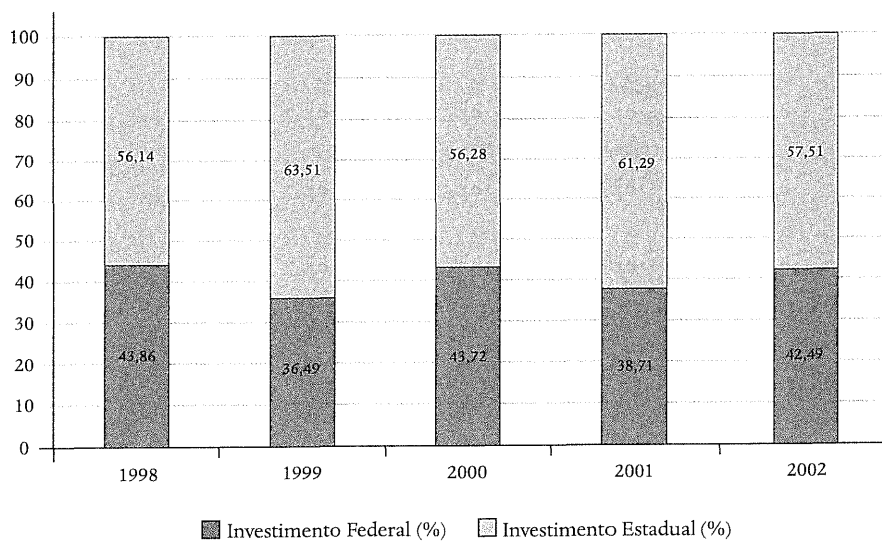
## Educação Superior no Brasil – 2003

	Público	Privado	Total
Instituições	207	1.652	1.859
Cursos	5.662	10.791	16.453
Graduados	169.159	359.064	528.223
Professores	88.795	165.358	254.153

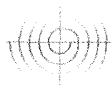
Fonte: Ministério da Educação



## Dispêndio com fomento à C&T



Fontes: Governo do Estado de São Paulo, USP, Unicamp, Unesp e FAPESP



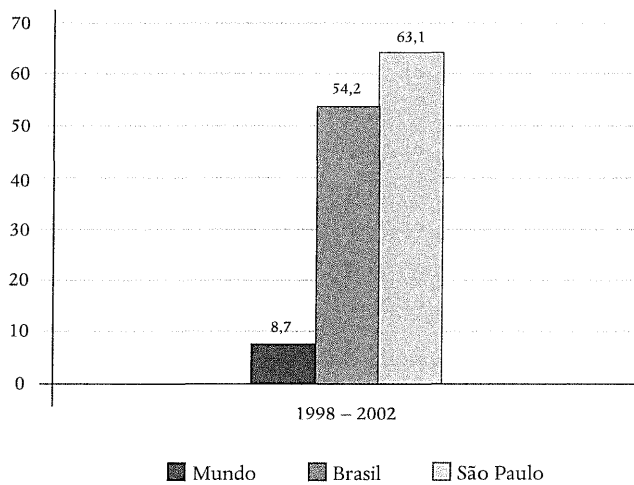
## Trabalhos científicos publicados Brasil x Mundo (%)



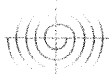
Fonte: Institute for Scientific Information – ISI



## Crescimento do Nº de Publicações 1998 – 2002



Fonte: Thomson - ISI



## OS MELHORES NA PESQUISA MUNDIAL: países que produziram o 1% de artigos mais citados

	Número de artigos		Porcentagem	
	1993-1997	1997-2001	1993-1997	1997-2001
Estados Unidos	22.710	23.723	65,6	62,76
Reino Unido	3.853	4.831	11,13	12,78
Alemanha	2.974	3.932	8,59	10,4
Japão	2.086	2.609	6,03	6,9
França	2.096	2.591	6,05	6,85
Canadá	2.002	2.195	5,78	5,81
Itália	1.151	1.630	3,32	4,31
Suíça	1.196	1.557	3,45	4,12
Holanda	1.111	1.435	3,21	3,8
Austrália	852	1.049	2,46	2,78
Suécia	748	930	2,16	2,46
Espanha	467	785	1,35	2,08
Bélgica	482	639	1,39	1,69
Dinamarca	445	570	1,29	1,51
Israel	449	568	1,3	1,5
Rússia	366	501	1,06	1,33
Finlândia	308	416	0,89	1,1
Áustria	250	383	0,72	1,01
China	153	375	0,44	0,99
Coréia do Sul	97	294	0,28	0,78
Polônia	170	231	0,49	0,61
Índia	112	205	0,32	0,54
<b>Brasil</b>	<b>100</b>	<b>188</b>	<b>0,29</b>	<b>0,5</b>
Taiwan	91	151	0,26	0,4
Irlanda	86	196	0,25	0,36
Grécia	76	113	0,22	0,3
Cingapura	39	97	0,11	0,26
Portugal	43	96	0,12	0,25
África do Sul	51	81	0,15	0,21
Irã	5	14	0,01	0,04
Luxemburgo	2	2	0,01	0,01

Fonte: *The scientific impact of nations*, David King, *Nature* 15 Jul.2004

## Bibliografia

1. Prelúdio para uma História: Ciência e Tecnologia no Brasil / organizador Shozo Motoyama; colaboradores Marilda Nagamini, Francisco de Assis Queiroz, Milton Vargas. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
2. Silva, Alberto Carvalho da. Atividades de fomento à pesquisa e formação de recursos humanos desenvolvidas pela FAPESP entre 1962 e 2001 / Alberto Carvalho da Silva. - [São Paulo]: FAPESP. [2004] p.60
3. FAPESP: uma história de política científica e tecnológica / Organizador Shozo Motoyama. - São Paulo: FAPESP, 1999. 296p.

## FAPESP

CARLOS VOGT  
PRESIDENTE

MARCOS MACARI  
VICE-PRESIDENTE

### CONSELHO SUPERIOR

ADILSON AVANSI DE ABREU, CARLOS VOGT,  
CELSO LAFER, GIOVANNI GUIDO CERRI,  
HERMANN WEVER, HORÁCIO LAFER PIVA,  
HUGO AGUIRRE ARMELIN, JOSÉ ARANA VARELA,  
MARCOS MACARI, NILSON DIAS VIEIRA JUNIOR,  
VAHAN AGOPYAN, YOSHIAKI NAKANO

### CONSELHO TÉCNICO-ADMINISTRATIVO

RICARDO RENZO BRENTANI  
DIRETOR PRESIDENTE

JOAQUIM JOSÉ DE CAMARGO ENGLER  
DIRETOR ADMINISTRATIVO

CARLOS HENRIQUE DE BRITO CRUZ  
DIRETOR CIENTÍFICO

## PRODUÇÃO

GERÊNCIA DE COMUNICAÇÃO  
COORDENAÇÃO

MARIA DA GRAÇA MASCARENHAS  
EDIÇÃO GERAL

LUIZ FERNANDO CUNHA  
EDIÇÃO DE TEXTO

DINORAH ERENO  
REVISÃO

TÂNIA MARIA DOS SANTOS  
TATIANE BRITTO COSTA  
PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO

CORPRINT GRÁFICA E EDITORA LTDA.  
IMPRESSÃO

*Dezembro de 2005*

“... a ciência, por suas transformações,  
foi incorporando,  
como campo de sua pesquisa,  
a própria relação entre  
o fenômeno observado  
e o observador.”

