

# Pesquisa e desenvolvimento tecnológico: Histórico, modelos, obstáculos

Carlos Morel e Claudia Chamas

Centro de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde (CDTS)

*Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em  
Inovação em Doenças Negligenciadas (INCT-IDN)*

**Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)**

Quarta-feira 24 de agosto de 2011



Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



**inct-idn**

instituto nacional de  
ciência e tecnologia  
**de inovação em**  
doenças negligenciadas

# Tópicos abordados nesta apresentação

- 1 Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico
- 2 O Quadrante de Pasteur e a 'pesquisa inspirada no uso'
- 3 O 'desafio de Sísifo' dos países em desenvolvimento

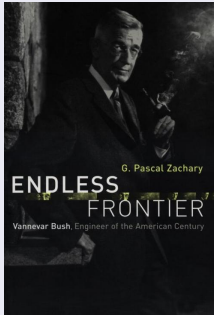
# Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico

## Origens da dicotomia entre a pesquisa 'básica' e 'aplicada'

- Grécia antiga
  - O ideal da indagação 'pura'; busca do conhecimento pelo conhecimento
  - Separação entre os que se dedicavam à filosofia (classes abastadas, senhores) e os que lidavam com aspectos práticos (classes menos favorecidas, escravos)
- Inglaterra e Alemanha, século XIX
  - Filósofos naturais (cientistas): Provinham de classes abastadas; ou eram apoiados por mecenas; universidades
  - Inventores: Menos educados e de classes sociais mais baixas; escolas técnicas, indústrias
- Reforçando a separação
  - Fim da II Guerra Mundial: Relatório de Vannevar Bush ao Presidente dos EUA - *Science The Endless Frontier*  
<http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>

# Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico

1945: Vannevar Bush publica o Relatório *Science The Endless Frontier*



- Lido e estudado “*como se fosse a palavra divina*”
- Controverso, funcionando como um ‘teste de Rorschach’
  - Interpretado por alguns como o pilar da defesa da pesquisa básica
  - Interpretado por outros como defensor de ligações entre a investigação e a aplicação
- Guia para uma nova era da ciência - e da ação do governo na ciência

Science The Endless Frontier: Learning from the Past, Designing for the Future.  
Highlights from the Conference Series (1994, 1995, 1996)  
<http://www.cspo.org/products/conferences/bush/>

# Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico

## O modelo linear de Vannevar Bush e sua adoção pelo Ocidente



- Pesquisa básica como dínamo remoto do progresso
- Tensão inerente entre pesquisa básica (conhecimento) e aplicada (utilização)
- Separação entre os setores público e privados
  - Setor público: Responsável pela pesquisa
  - Setor privado: Desenvolvimento e produção

# Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico

## A 'superioridade' da ciência 'pura'

- *“Nós nos orgulhávamos de que a ciência que fazíamos não poderia ter, em nenhuma circunstância imaginável, qualquer uso prático. Quanto maior a firmeza com que pudéssemos dizê-lo, mais superiores nos sentíamos...”*

C.P. Snow (1964) *The Two Cultures: And a Second Look: An Expanded Version of the Two Cultures and the Scientific Revolution*, 2d ed, Cambridge Univ. Press

# Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico

## A crise dos paradigmas do pós-guerra

- Sucesso tecnológico de países sem tradição em pesquisa básica
  - Lançamento do Sputnik pela União Soviética, 1957
  - Japão e a indústria automobilística e fotográfica
- Fim da Guerra Fria, queda do Muro de Berlin, 1989
  - Nova realidade econômica e militar
  - Integração da economia mundial
  - Competição feroz por mais tecnologia e inovação

# Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico: Breve histórico

## A crise dos paradigmas do pós-guerra

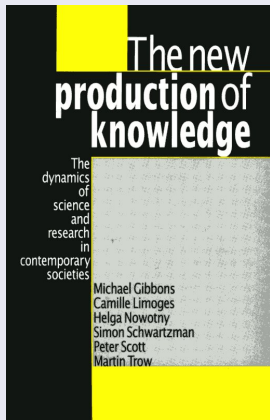
- *“O Governo não acredita na emergência automática de resultados aplicáveis da pesquisa básica para aproveitamento posterior pela indústria...”<sup>1</sup>*
- *“Identificamos alguns atributos que sugerem que o modo de produção de conhecimentos está começando a mudar...”<sup>2</sup>*
- *“Não se acredita mais que um investimento de peso na pesquisa pura, movida pela curiosidade, garanta uma competição na economia mundial e satisfaça toda uma gama de necessidades sociais...”<sup>3</sup>*

- 1 *Realising our potential: a strategy for science, engineering and technology.* Cm 2250 'White Paper' do Governo Britânico. HMSO, 1993: ISBN 0101225024
- 2 Gibbons M, Limoges C, Nowotny H, Schwartzman S, Scott P, Trow M (1994) *The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies.* London; Thousand Oaks; New Delhi: SAGE Publications
- 3 Stokes, D.E. (1997) *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation.* Brookings Institution Press, Washington D.C. 180 pp.



# Modos 1 e 2 de produção do conhecimento

## Geração de conhecimento, ciência básica e inovação tecnológica



- Modo 1
  - Os problemas são identificados e resolvidos num contexto acadêmico que obedece a interesses de comunidades específicas
  - Exemplos: CNPq, HHMI
- Modo 2
  - A busca do conhecimento visa uma aplicação prática
  - Exemplos: Indústria, FINEP/MCT, DECIT/MS

# Modos 1 e 2 de produção do conhecimento

## Atributos dos Modos 1 e 2 de produção de conhecimento

### Modo 1

- Contexto acadêmico
- Disciplinar
- Homogeneidade
- Autonomia
- Revisão por pares

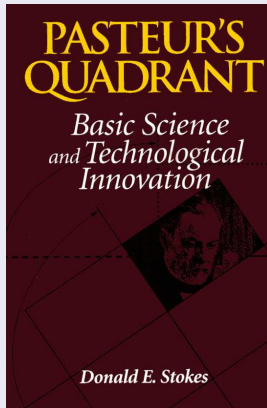
### Modo 2

- Contexto da aplicação
- Transdisciplinar
- Heterogeneidade
- Responsabilidade social
- Controle de qualidade novo

Hessels LK, van Lente H (2008) Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda. *Research Policy* 37:740-760

# O Quadrante de Pasteur e a 'pesquisa inspirada no uso'

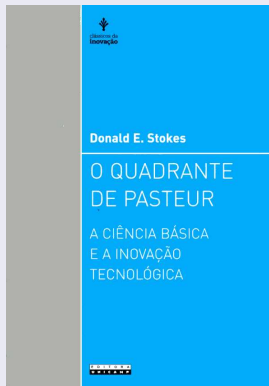
Geração de conhecimento, ciência básica e inovação tecnológica



- Fracasso do modelo linear que separa a pesquisa 'básica' da 'aplicada'
- Um novo modelo: O plano conceitual bidimensional de Donald Stokes

# O Quadrante de Pasteur e a 'pesquisa inspirada no uso'

## Geração de conhecimento, ciência básica e inovação tecnológica



Não há uma separação clara entre pesquisa básica e pesquisa aplicada. Isto fica evidente quando se analisa, por exemplo, a carreira de Louis Pasteur (**apresentação em PowerPoint**)

# O Quadrante de Pasteur e a 'pesquisa inspirada no uso'

## O que a inovação NÃO é: o modelo linear de Vannevar Bush <sup>[1]</sup>

- Dois problemas adicionais com o modelo linear
  - A 'cadeia de causalidade' unidirecional só é verdadeira em um número mínimo de casos
  - O modelo ignora os inúmeros 'feedbacks', 'voltas' e 'fertilizações' que ocorrem entre os diferentes estágios do processo de inovação
- Adoção irrestrita do modelo linear entre pesquisadores e cientistas
  - Como 'pesquisa básica' é o componente inicial do modelo linear, sua defesa como 'necessária' é natural
  - Porém: necessária não significa necessária E suficiente, o que levou vários países a adotarem estratégias errôneas ou insuficientes para o desenvolvimento econômico

- <sup>1</sup> Fagerberg J (2005) *Innovation: A Guide to the Literature*. In: The Oxford Handbook of Innovation. Edited by Fagerberg J, Mowery D, Nelson RR. Oxford: Oxford University Press; pp. 1-26.

# Uma defesa recente do Modelo Linear

## Strength and weaknesses of the so-called linear model

*"This essay... is a reaction to the habit of criticising it as over simplistic, mechanistic, or simply blatantly wrong. We argue that, while some criticisms are of course well grounded, many others are instead based on loose interpretations and unwarranted assumptions. In order to separate the wheat from the chaff, this essay first presents a comprehensive description of the linear model and differentiates it from the caricature many refer to. Second, we discuss the main criticisms put forward and argue that many of them are not at all destructive, but can be easily accepted within a refined version of the LM. Third, we discuss the policy implications often derived (or said to derive) from the LM to argue that the LM itself is distinctively policy-neutral. Other assumptions have to be added to justify alternative policy implications..."*

Balconi M, Brusoni S, Orsenigo L (2010) In defence of the linear model: An essay.  
*Research Policy* 39:1-13

# Inovação em países em desenvolvimento: Um 'desafio de Sísifo'

## Sísifo na mitologia grega



Sísifo desafiou os deuses e sofreu uma punição: por toda eternidade, ele teria que empurrar uma enorme pedra até o topo de uma montanha, mas a pedra sempre rolaria de volta para baixo e ele teria que eternamente recomeçar tudo outra vez...

# Inovação em países em desenvolvimento: Um 'desafio de Sísifo'

## Sísifo na mitologia grega

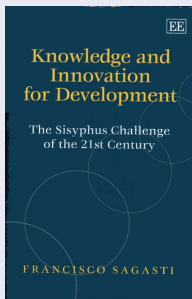


Albert Camus em seu livro de 1942 "*O Mito de Sísifo*" apresenta o mito para trabalhar uma metáfora sobre a vida moderna, como a do trabalhador em empregos fúteis em fábricas e escritórios. *"O operário de hoje trabalha todos os dias em sua vida, faz as mesmas tarefas, esse destino não é menos absurdo. Mas é trágico nos raros momentos quando ele se torna consciente"*.



# Inovação em países em desenvolvimento: Um 'desafio de Sísifo'

## Relações entre ciência, tecnologia e produção industrial

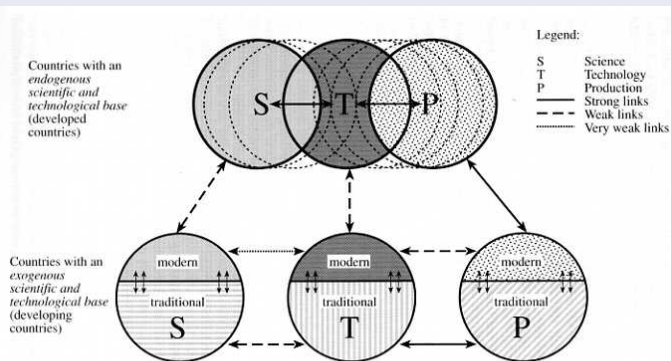


*“Building science and technology capabilities in developing countries appears to be a Sisyphean task. Time and again investments are made, people are trained, institutions are built, and policies are designed and implemented - often with considerable effort - only to see them fall apart and disappear without trace...”*

Sagasti F (2004) *Knowledge and innovation for development. The Sisyphus challenge of the 21st century*. Cheltenham, UK; Northampton, USA: Edward Elgar

# Inovação em países em desenvolvimento: Um 'desafio de Sísifo'

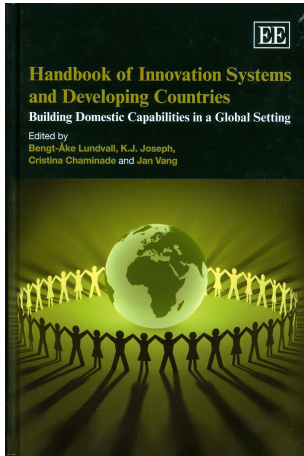
## Relações entre ciência, tecnologia e produção industrial



Source: Adapted from Sagasti (1979a, p. 13).

Figure 1.1 Relations between science, technology and production in developed and developing countries

# Inovação em países em desenvolvimento: Um campo aberto à pesquisa



- *“... understanding of the diversity of an emerging research field, while at the same time pointing to alternative research agendas that may be pursued by future generation of scholars...”*
- *“... research as an input for policy action aiming at promoting development in those parts of the world where a large proportion of the population live in poverty...”*
- *“... understanding how to engage in catching-up in the world economy ...”*

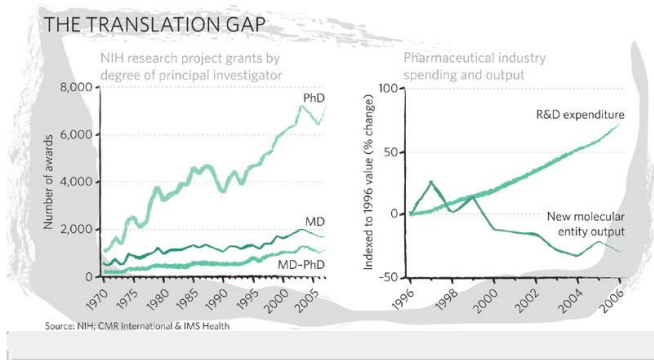
# Inovação biomédica nos países desenvolvidos: o “Vale da Morte”



- *“A chasm has opened up between biomedical researchers and the patients who need their discoveries”*
- *“Over the past 30 or so years, the ecosystems of basic and clinical research have diverged”*
- *“The abyss left behind is sometimes labelled the ‘valley of death’ – and neither basic researchers, busy with discoveries, nor physicians, busy with patients, are keen to venture there”*

Butler D (2008) Translational research: crossing the valley of death.  
*Nature* 453:840-842  
<http://www.nature.com/news/2008/080611/full/453840a.html>

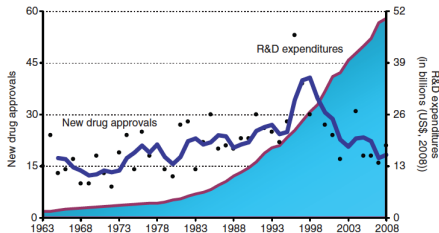
# Inovação biomédica nos países desenvolvidos: o “Vale da Morte”



Butler D (2008) Translational research: crossing the valley of death.  
*Nature* 453:840-842

<http://www.nature.com/news/2008/080611/full/453840a.html>

# Inovação biomédica nos países desenvolvidos: o “Vale da Morte”



**Figure 2** New drug approvals (dots), represented on the left vertical axis, and pharmaceutical R&D expenditures (shaded area), represented on the right vertical axis, in the United States from 1963 to 2008. R&D expenditures are presented in terms of constant 2008 dollar value. The trend line is a 3-year moving average. The source of drug approval data is the Tufts Center for the Study of Drug Development (CSDD). The source of R&D expenditure data is the Pharmaceutical Research and Manufacturers of America; Industry Profile 2009; conversion of actual expenses to constant dollars was performed by Tufts CSDD.

Kaitin KI (2010) Deconstructing the Drug Development Process: The New Face of Innovation. *Clin Pharmacol Ther* 87 3, 356-361

## Lembrete: Links para documentos do Curso

### Blog do Curso

<http://iep851-2011.blogspot.com/> (*não precisa de senha*)

### Aulas e artigos

<http://www.cdts.fiocruz.br/ufrj2011> (*login e senha iguais*)