

Aula 4

A formação da Ciência moderna

Glauco Arbix

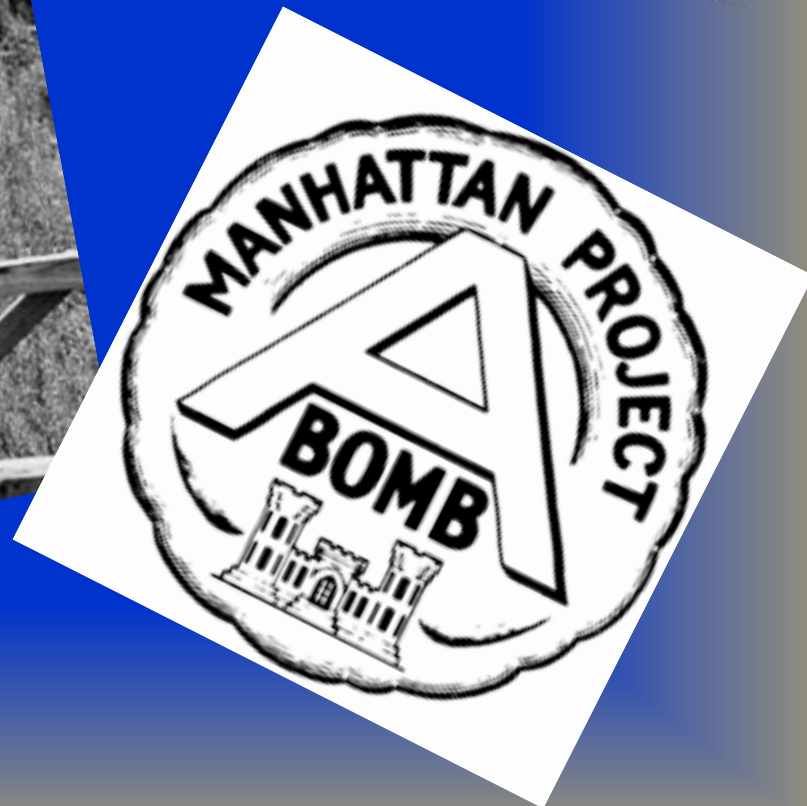
Depto de Sociologia – USP

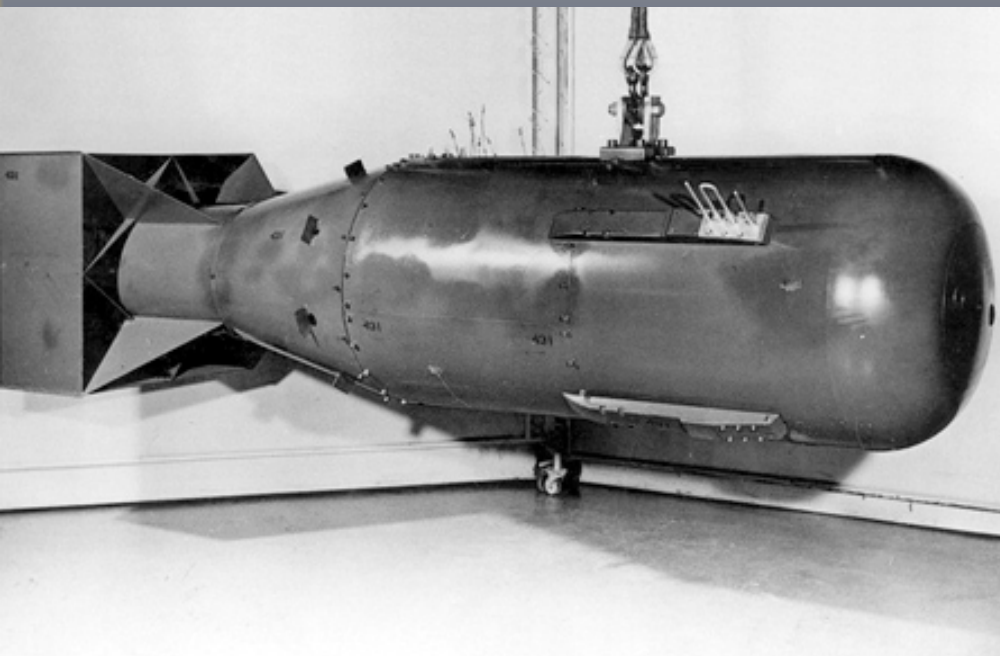
Optativa 1º sem. 2019

51 ANOS









LITTLE BOY



FATMAN



4 anos, 130 mil cientistas, US\$ 2 bi

"All the News
That's Fit to Print"

The New York Times.

LATE CITY EDITION

Published: Every hour, day
and night. For example:
Published: Monday, May 15,
1945. 1945. 1945. 1945. 1945.

Copyright, 1945 by The New York Times Company

VOL. XCIV No. 3086

"DAILY NEWS"

NEW YORK, WEDNESDAY, AUGUST 15, 1945

THREE CENTS PER COPY

JAPAN SURRENDERS, END OF WAR! EMPEROR ACCEPTS ALLIED RULE; MACARTHUR SUPREME COMMANDER; OUR MANPOWER CURBS VOIDED

HIRING MADE LOCAL

Communities, Labor and
Management Will
Unite Efforts

6,000,000 AFFECTED

Draft Quotas Cut, Serv-
ices to Drop 5,500,000
in 18 Months

Third Fleet Falls 5 Planes Since End

By the Associated Press
WASH., Wednesday, Aug. 15.—The
Third Fleet, which was reported
to be the Pacific Fleet's last major
unit, was today reported to have
been destroyed in a recent air
raid.

Official statements said the
fleet was destroyed in a recent
raid on the fleet's base at
Kure, Japan.

ALL CITY 'LETS GO'

Hundreds of Thousands
Rear Joy After Victory
Flash Is Received

TIMES SQ. IS JAMMED

Police Estimate Crowd
in Area at 2,000,000—
Dispersing

PRESIDENT ANNOUNCING SURRENDER OF JAPAN



YIELDING UNQUALIFIED, TRUMAN SAYS

Japan Is Told to Order End of Hostilities,
Notify Allied Supreme Commander
and Send Envoys to Him

MACARTHUR TO RECEIVE SURRENDER

Formal Proclamation of V-J Day Awaits Signing
of These Articles—Casey-Tate Order
Given to the Allied Forces

Little Boy, 250 mil vidas em Hiroshima.
Fat Boy, 40 mil em Nagasaki



Direcionadores

Política

- Reequilibrar poderes na Guerra Fria
- U.S. atrás da URSS. Yuri Gagarin, 1º homem no espaço, em 1961)
- Fracasso da Operação Baia dos Porcos, em Cuba (abril 1961)

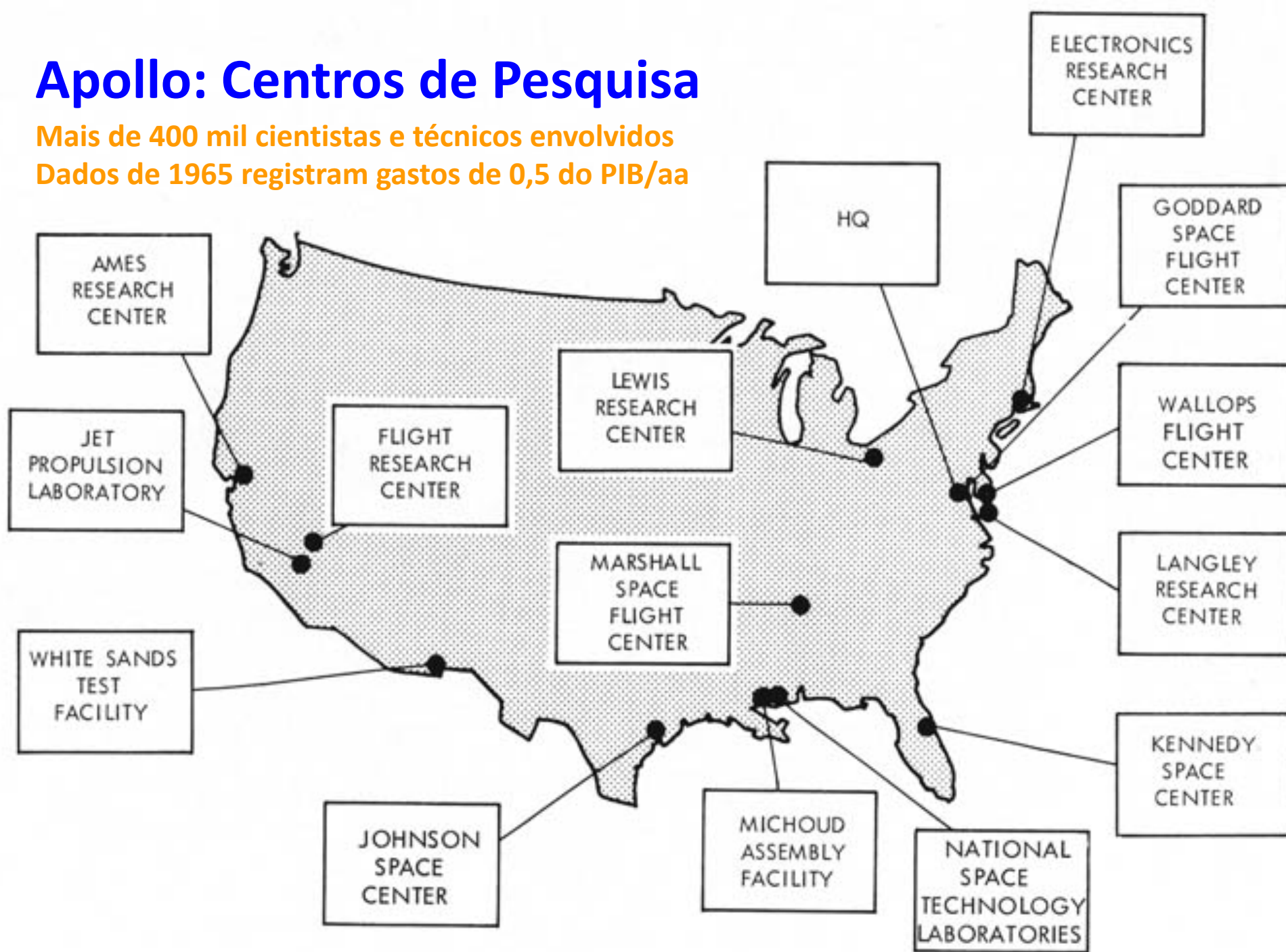
Tecnologia

- Programa enfatizou importância não militar (comunicações, tempo, satélites, sondas, propulsão nuclear...)

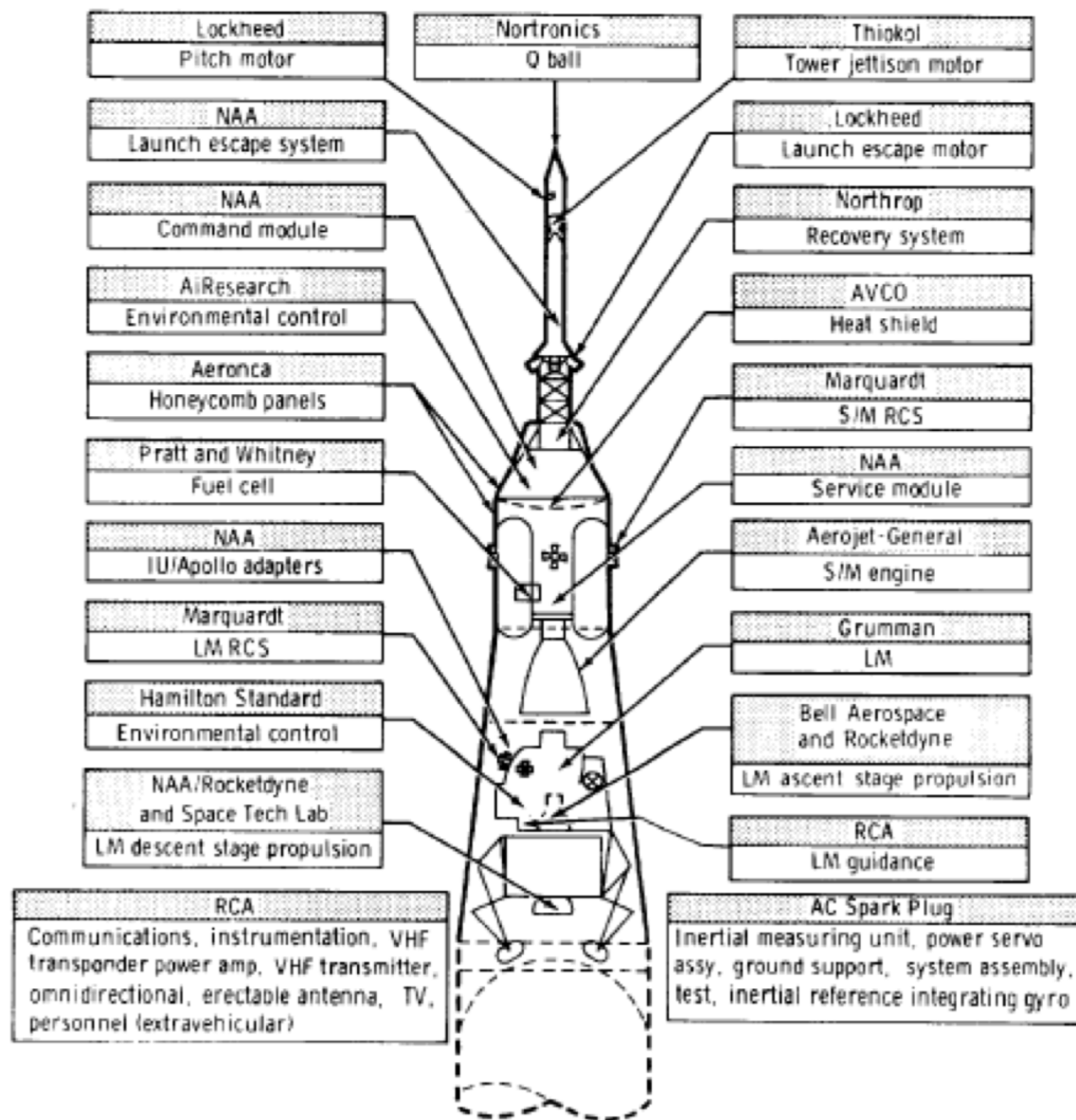
Apollo: Centros de Pesquisa

Mais de 400 mil cientistas e técnicos envolvidos

Dados de 1965 registram gastos de 0,5 do PIB/aa



NASA e Fornecedores



Honeywell Company	Collins Radio	Link	Beech Aircraft	Bell Aerosystems
Stabilization, control	Telecommunications	Spacecraft mission simulators	Supercritical gas storage	RCS positive expulsion fuel tanks

Allison and Airite Products	Radiation Inc.	Simmonds Precision Products	RCA	Westinghouse Electric
Fuel components	Telemetry data processing for Apollo S-IV stage	Propellant mixture controls	TV cameras, main communications antenna	Static inverter

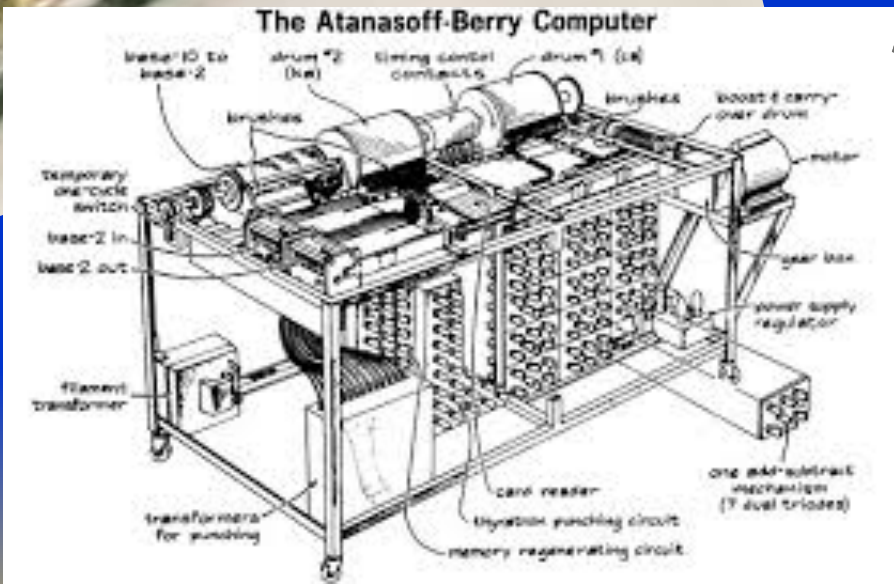
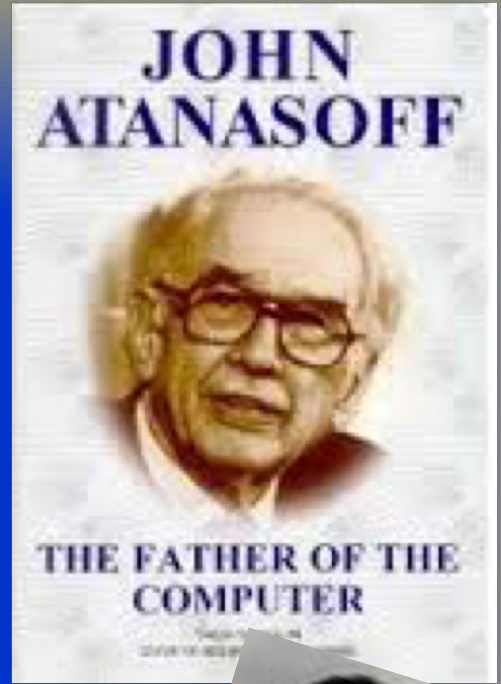
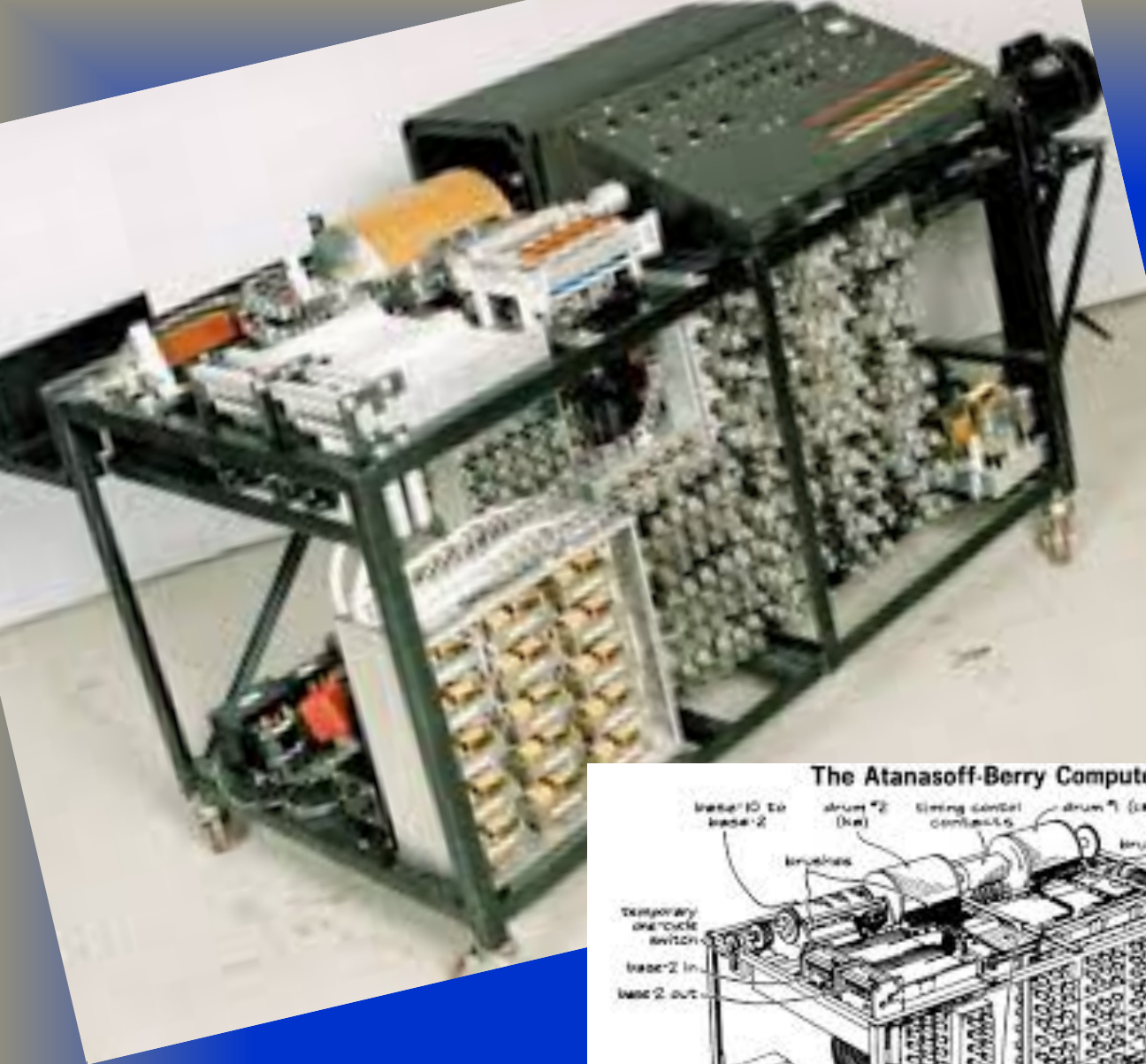


Projeto Apollo desenvolveu tecnologias como o chip de silício, motores de oxigênio-hidrogênio, system as de teste especial, motores gigantes que posicionaram os U.S. na vanguarda tecnológica até hoje

Inventando Explosões

Norman Poire: Technology's Impact on the Economy, 2011

- Ao pesquisar trajetórias tecnológicas desde a revolução industrial, Poire identificou padrões industriais dominantes
- 1440-1939: com Gutenberg, Galileu e James Watt, um dos períodos mais dinâmicos da história
- Em 1939, uma revolução teve início: John Attanasoff e seu aluno, Clifford Berry, criaram o primeiro computador da história.
- Com US\$ 650 da Iowa State College, fizeram o ABC (Attanasoff + Clifford + Computer)



- Como difundir e ampliar o conhecimento científico gerado durante a guerra?
- Que estrutura deveria ter o sistema de produção de Ciência?
- Qual o papel do governo no desenvolvimento científico?

Vannevar Bush:
1890-1974



Science: the Endless Frontier

Mais influente *paper* sobre o modo de gerar conhecimento científico

Alicerces:

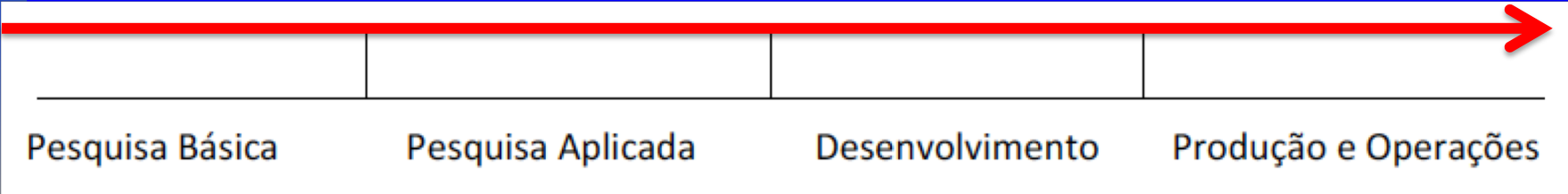
- Separação entre Ciência Básica e Aplicada
- Segregação dos agentes científicos de outros agentes inovadores
- Atribuição de 3 objetivos à Ciência: War against Disease, National Security & Public Welfare

A supremacia da Ciência, segundo Bush

- “Conhecimento novo pode ser obtido somente por meio da pesquisa científica básica”
- “A maneira mais simples e eficiente de fortalecer a pesquisa industrial é levar o Governo a apoiar a pesquisa básica e o desenvolvimento de talentos científicos”
- “De onde surgem os novos produtos? Como encontrar caminhos para produzir novos produtos com um custo menor? A resposta é clara. É necessário uma onda de conhecimento científico novo para girar as engrenagens das empresas públicas e privadas”

Novo Pacto entre Governo e Ciência

- Bush construiu um modelo linear da inovação, com base em dois pressupostos:
 1. “Basic research is performed without thought of practical ends”
 2. “Basic research is the pacemaker of technological progress”
- E consolidou um fosso entre os que trabalham nos dois extremos



Pesquisa Básica

Pesquisa Aplicada

Desenvolvimento

Produção e Operações

Ciência e Tecnologia

- Durante muito tempo, Tecnologia gerou Tecnologia.
- Marcas da 1a. e 2a. Revolução Industrial são o telégrafo, a locomotiva, o automóvel

Mas a visão dominante hoje é que só a Ciência básica gera Tecnologia

Problema:
as relações entre C e T são
mais complexas

Mina de Carvão era sinônimo de inferno

- George Stephenson, mineiro de carvão em Newcastle-upon-Tyne desde os 9 anos, filho de mecânico-bombeiro, sem educação formal
- Stephenson usou a máquina a vapor de James Watt para amenizar o trabalho nas minas. Não tinha rodas, nem usava trilhos



As máquinas de Stephenson nasceram da necessidade de drenar água dos túneis, descer os mineiros, bombear ar, levar alimentação e combustível para aquecimento e transportar o carvão para a superfície e depois para o mercado

**Ao combinar
tecnologias, Stephenson
criou a
primeira locomotiva**



Interações Permanentes

- Após o motor a vapor, Willard Gibbs deu forma aos avanços da termodinâmica que permitiram **explicar** os *steam engines*
- Edison desenvolveu a lâmpada elétrica. E a Física e a Eletrônica do século XX foram estimuladas a desenvolver **teorias sobre o elétron**
- Aviões de Santos Dumont e dos Irmãos Wright levaram à **engenharia aeroespacial**
- O Transistor desenvolvido no Bell Labs, em 1940, orientou a expansão da **Física do Estado Sólido**
- O Laser estimulou a **optrônica**

Caminhos Cruzados

- A Ciência não tem o monopólio do conhecimento técnico
- O desenvolvimento de tecnologias é um processo permanente de (co) evolução
- Um processo que nem sempre é orientado diretamente pela Ciência, muito menos uma mera aplicação de *ses findings e insights*
- Os últimos 50 anos exibiram sequências exemplares de *Science-based Technologies* e de *Technologies-oriented Science*
- Basta olhar para as Biotecnologias, as Ciências dos Materiais, para a Nanotecnologia

C ↔ T: Uma Via de várias Mãos

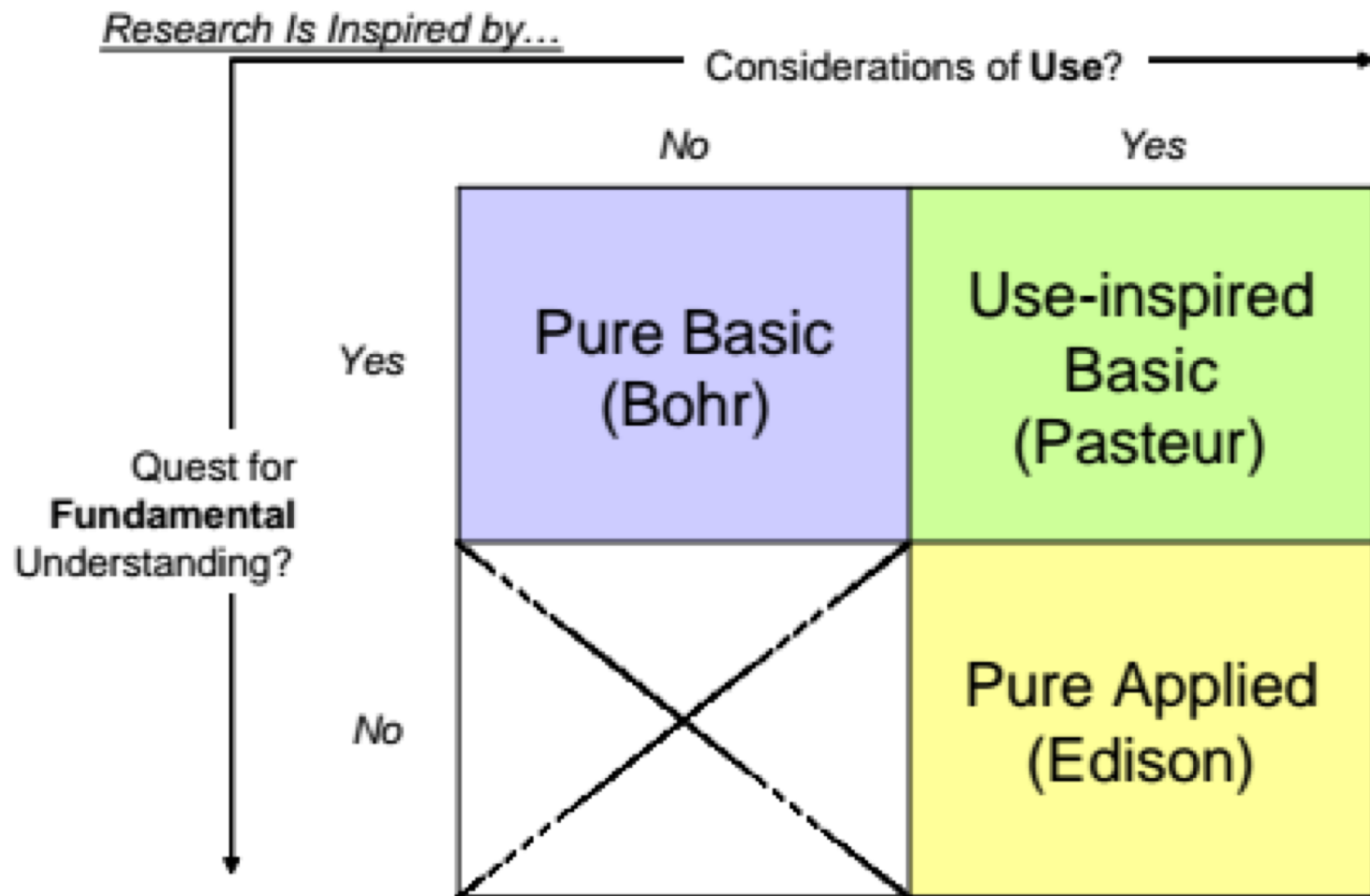
- **Relação entre Ciência e Tecnologia não é monolítica, hierárquica ou unidimensional. Nunca foi.**
- **A explosão de novas disciplinas e campos de pesquisa deixa claro que o “linear mode is dead” (Rosenberg, 1994).**
- **Mas, o modelo linear está morto apenas como variável analítica. Pois continua mais vivo do que nunca no mundo real**

Multi-interdependência

- Thomas Edison bebeu dos avanços científicos. Mas serviu-se da economia, sociologia e de técnicas informais sobre estudar a propriedade dos materiais
- Tecnologia exige uma engenharia heterogênea e forte diversidade de componentes
- Tecnologia é resultado de processos que integram diferentes tipos de conhecimento, materiais, recursos e fontes
- A Ciência, como a Tecnologia, se apóia em fontes e experimentos diversos para criar seus instrumentos, e também seus modelos de conhecimento

Matriz de Stokes para P&D

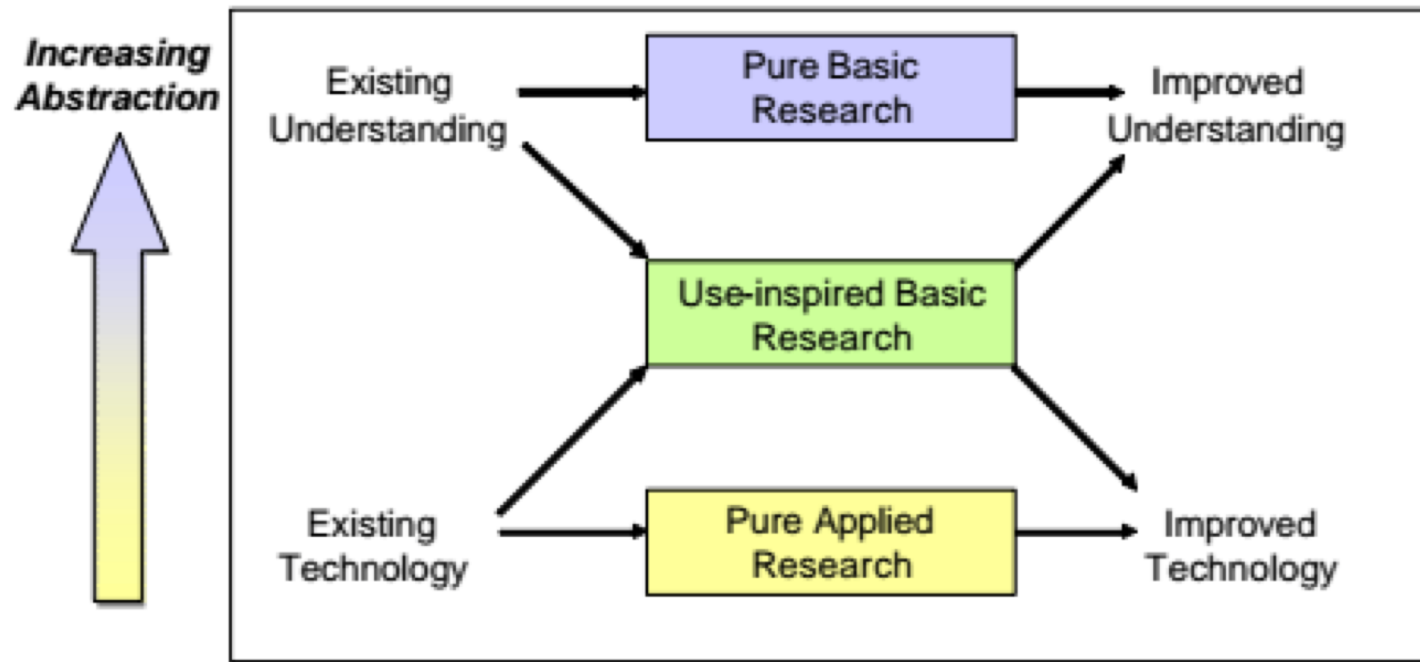
“Pasteur’s Quadrant”



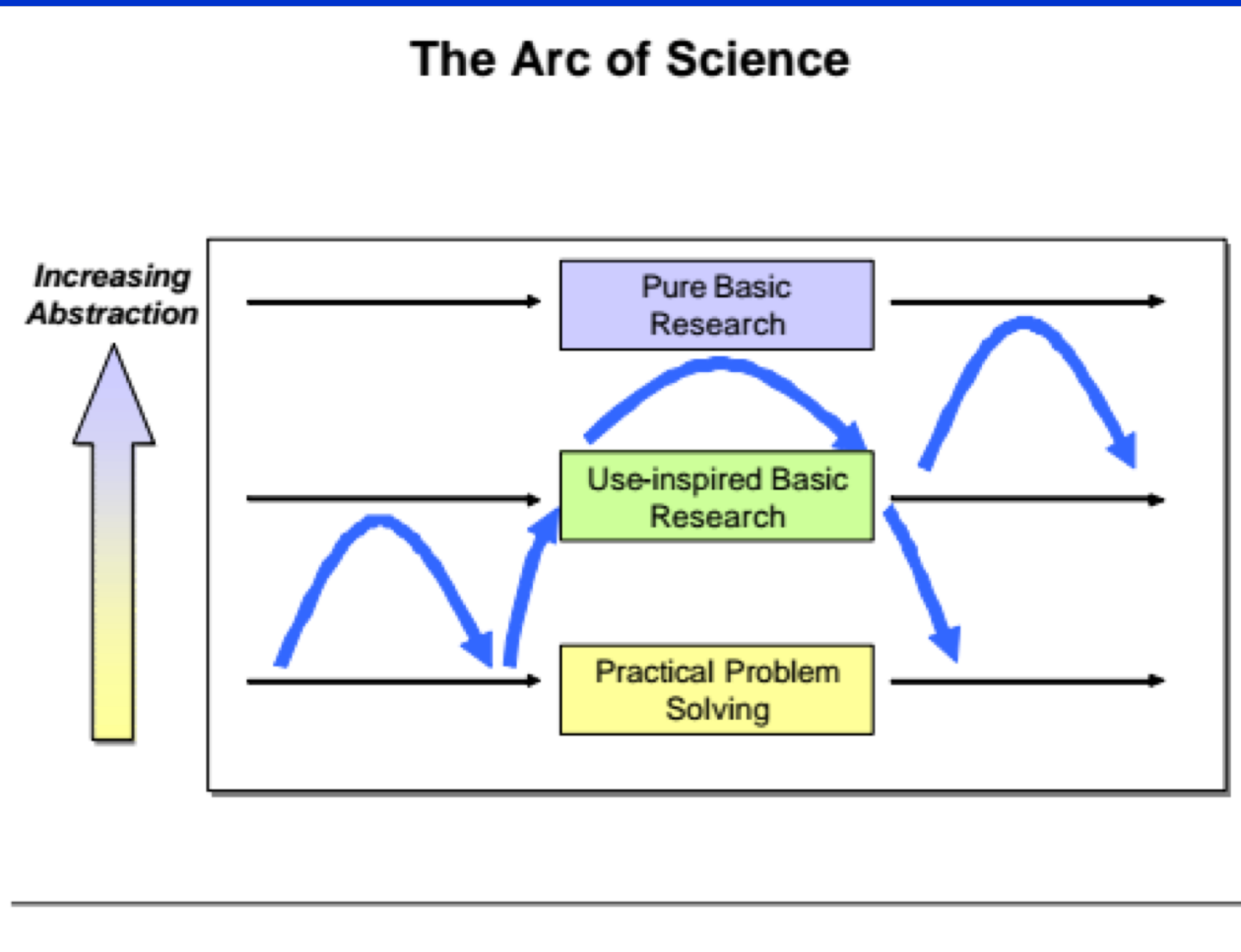
Stokes, Donald E. "Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation," Brookings Institution: 1997.

Relações entre C&T

Abstraction and Progress



À procura de novas representações

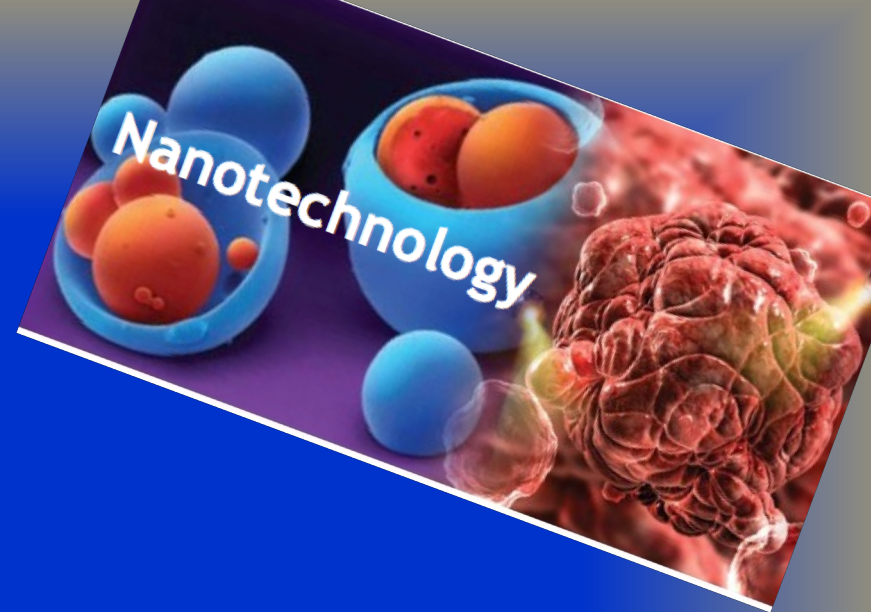
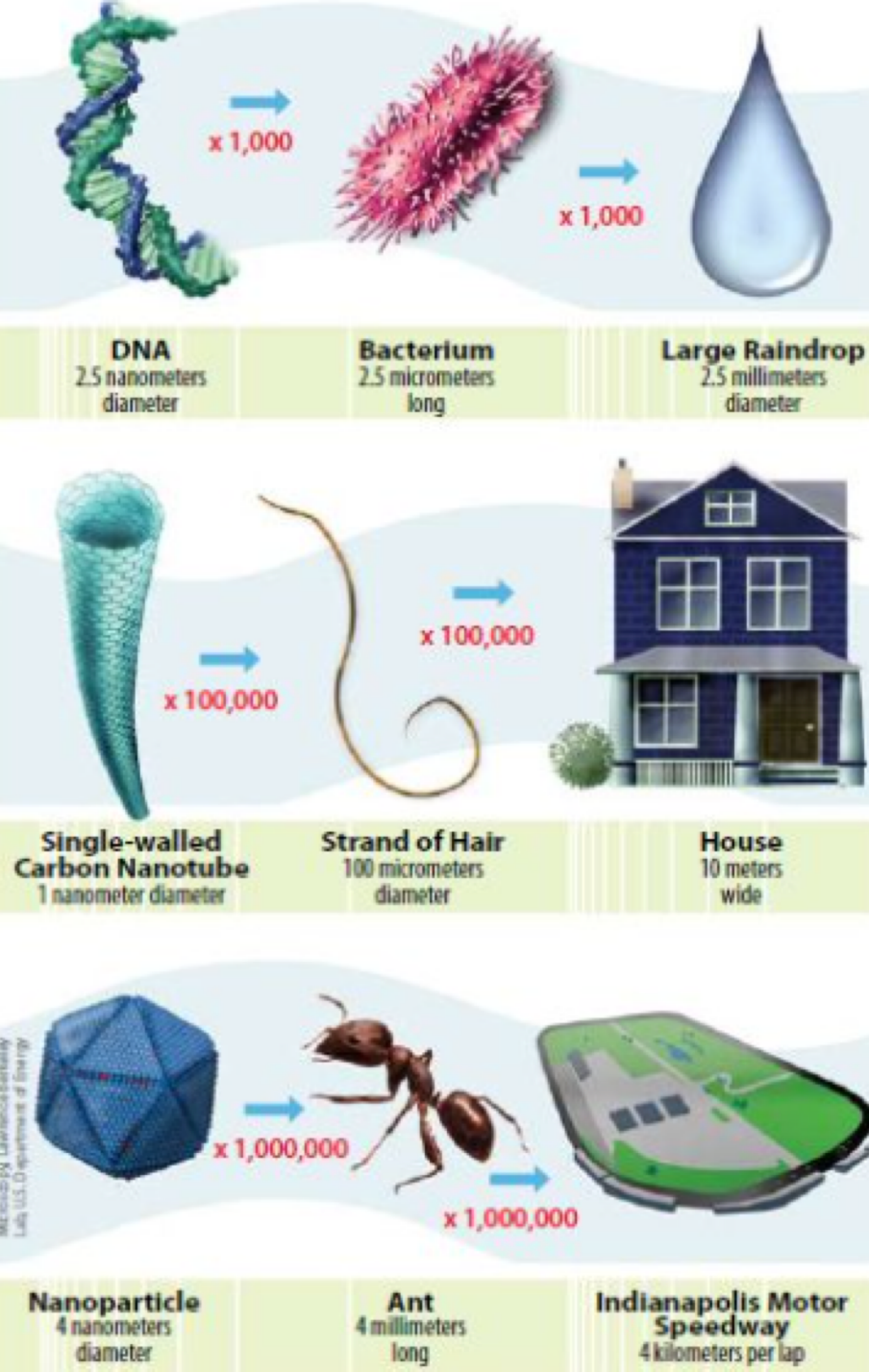


Use-Inspired basic research

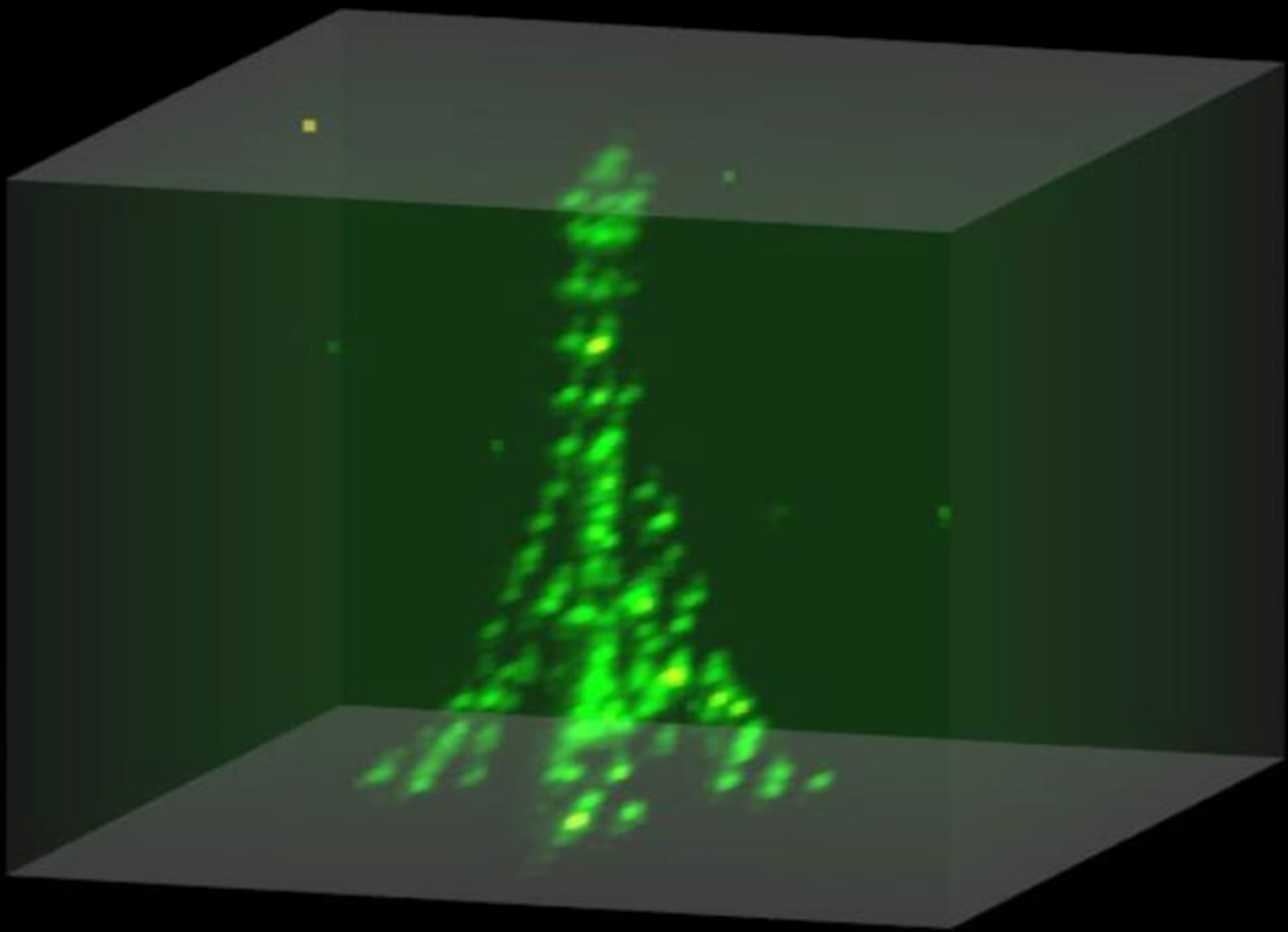
**Quem guia quem na
Biotecnologia, Nanotecnologia e
Materiais Avançados?**

Novos Rumos para a Nano. Mas também para a Biotecnologia, Fotônica, Impressão em 3D





O *scanning tunneling microscope* da IBM permitiu a mensuração, a manipulação e a compreensão básica dos sistemas nano



Source: © Springer-Nature

A reconstruction of the fluorescence images the Paris-Saclay team use to locate their atoms shows an array they made in the shape of the Eiffel tower

A Boy And His Atom: The World's Smallest Movie

IBM Atomic Shorts: How to move an atom

Tecnologias são Sínteses

- **Esferográfica:** domínio e integração de novos materiais + mecânica dos flúidos + metalurgia + química + plásticos + design + sistemas de corrosão...
- **Laser:** energia + ótica + eletricidade + materiais + luz + termodinâmica...

Toda separação entre C&T é uma ilusão

