

Aula 5

O que é, de onde vem e como evolui a tecnologia

Glauco Arbix

Depto. de Sociologia – USP

Pós - 2º semestre de 2019

- **Ciência e Tecnologia são uma das fundações essenciais da sociedade contemporânea**
- **São fonte de medo, de força e de esperança**

**Mas, apesar de todo os avanços,
sabemos muito pouco sobre sua
natureza, evolução e potencialidades**

**O primeiro tecnólogo nasceu nos
primórdios da humanidade**





C&T estão na raiz do desenvolvimento das nações

**Foram centrais na sua construção, na
manutenção e na ampliação de seu poder**



Nas guerras, na competição e na cooperação, C&T são peças chave para o posicionamento dos países

Leading Scientific Nations

País predominante	Período	Vetores	Áreas de Excelência
França	1735-1840	Estado forte, Educação de qualidade	Física, Matemática, Medicina
Alemanha	1850-Início séc XX	Nova Universidade, agora com Pesquisa e Institutos especializados	Nascimento de science-based industries (vacinas e fármacos)
Inglaterra	Até II Guerra	Fundos Públicos, Universidades fortes, Investimento privado	Física, Química, Biologia
EUA	Até hoje	Domínio de disciplinas antigas Intensa atuação do Estado na pesquisa básica Interação com empresas Inovação e Empreendedorismo	Big Science: Nuclear, Biotech, Nanotech, Espacial, TICs, Saúde, Computação

Próxima?

Todos os sinais apontam para a Ásia

Nações cientificamente poderosas sempre acreditaram que seus sistemas eram mais fortes do que de fato eram



Superestimaram suas forças e subestimaram a C&T de outros países

O avanço do Japão, da Coréia, de Taiwan e agora da China representa o maior sucesso científico, tecnológico e econômico do mundo contemporâneo.

Novos horizontes se abriram para os países buscarem seu desenvolvimento. Com destaque para a Educação e C&T

Saltos da C&T

- Darwin inaugurou um ciclo científico que ganhou impulso decisivo na II Guerra
- Freud descortinou o inconsciente
- O século XX assentou padrões distintos de Descartes e Newton
- Novos campos científicos e interações elevaram o grau de complexidade da atividade de geração de conhecimento

Para fazer parte desse universo é preciso fazer ciência e tecnologia de porte, com profissionalismo.

Para que a C&T gerem alto impacto econômico e social

Novos Paradigmas Científicos

	Ciência I	Ciência II
Paradigma Dominante	Física Clássica	Biologia Molecular Ciência da Complexidade
Objetivo Teórico	Leis Universais	Formação e Reconhecimento de padrões, Incerteza
Epistemologia	Dualismo: res extensa e res cogitans	Ênfase na interconectividade dos fenômenos
Previsibilidade	Alta	Baixa
Complexidade	Baixa	Alta
Metáforas dominantes	Relógio	Redes, Nuvens
Distância entre Ciências Sociais e Naturais	Alta	Média com viés de baixa
Nomes	Descartes, Bacon, Newton	Darwin, Marie Curie, Ada Lovelace, Niels Bohr, James Watson, Heisenberg, Einstein, Max Planck, Alan Turing,

- O século XIX deu início à proliferação das máquinas nas fábricas. Mas até a metade do séc XX, a relação homem-máquina era primária
- A cibernética começou com elementos básicos: Zero e 1, como na linguagem dos computadores
- Depois, novos campos foram abertos: inteligência artificial, *cognitive computing*, *quantun computing*

**Prenúncio do nascimento de um novo
paradigma científico**

O que é C&T?

1ª aproximação

- **Ciência:** corpo de conhecimento que busca o entendimento e domínio do mundo natural. É atividade “discovery oriented”
- **Tecnologia:** sistema que organiza o conhecimento técnico e científico orientado para a resolução de problemas

Podemos avançar?

Classificação tradicional da pesquisa

- **Basic research**

Estudo orientado para a compreensão dos aspectos fundamentais dos fenômenos e dos fatos observáveis sem aplicações específicas em relação a processos ou produtos previamente concebidos

- **Applied research**

Estudo sistemático para determinar os meios para se atingir um objetivo ou necessidade específica

- **Development**

Aplicação de conhecimento para a produção de materiais, aparelhos, sistemas, metodologias de design, aperfeiçoamento, prototipagem ou novos processos voltados para se atingir fins específicos

Podemos avançar mais um pouco

Como C&T Avançam

- Para avançar, C&T precisa de um campo comum de discussão, fundado em padrões explícitos e compartilhados, em que ocorrem confrontos, testes, experimentações e escolhas
- Sem o espaço público reconhecido e de livre confrontação, a C&T degeneram e se dissolvem na subjetividade
- A atividade científica se baseia em uma *open society* (Popper), em que instituições fortes garantem o debate crítico

Um pouco mais?

A Interpretação Científica

- O avanço da C&T se dá via proliferação de argumentos resultantes do diálogo entre homens e a natureza
- Homens mudos diante de uma natureza silenciosa são incapazes de construir argumentos ou de produzir conhecimento para ser certificado, remodelado ou negado
- Por isso, os pesquisadores não apenas leem, mas transcrevem e interpretam o livro da natureza em linguagem reconhecida
- Colocar o universo em palavras é a tarefa essencial do conhecimento científico.

Mais fundo ainda?

Kuhn e Wittgenstein

- C&T evoluem a partir de um duplo diálogo: entre cientistas e a natureza e entre os próprios cientistas
- Diálogos são interdependentes
- As respostas integram processos contínuos e ensejam sempre novas perguntas

As escolhas cabem aos pesquisadores (e somente a eles),
que decidem quais argumentos devem ser preservados
ou descartados.

Pelo menos no que se refere à ciência normal

Problemas?

Questionamentos

- **Porque C&T estão imersos na sociedade**
- **Porque sua dinâmica é geradora de processos históricos**
- **Porque a ideia de uma progressão contínua se desfaz diante das fricções sociais, incertas e descontínuas**
- **Porque as relações sociais têm sua própria lógica e a linearidade da C&T é fenômeno raro**
- **Porque a malha social pressiona por um aumento da capacidade de previsão (e controle), assim como pela racionalização (persuasão)**

Por onde avançou o debate ?

Ciência como Prática Sócio-Cultural

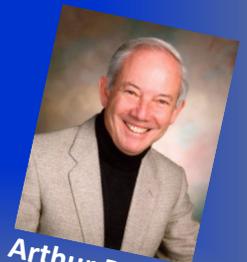
- A tecnologia é fruto de conjuntos heterogêneos de redes de humanos e não humanos
- A ideia de uma autonomia da tecnologia tenta se sustentar na visão que a tecnologia é apenas fruto do conhecimento tecnológico
- Mais do que examinar o impacto da tecnologia sobre a sociedade, é necessário pesquisar como a sociedade molda, constrói e dissemina a tecnologia

Tecnologias são artefatos sociais

O que é Tecnologia?

- Uma nova liga, que reúne um corpo de tecnologias
- Cada componente de uma tecnologia é uma tecnologia
- Cada tecnologia é uma combinação de partes em constante interação entre si e com a natureza

Tecnologias são sínteses



Arthur Brian

Combinatorial Evolution

- **Foguetes**

São sínteses

- **Computadores**

Reúnem diferentes tecnologias e sistemas de conhecimento: linguagem + lógica simbólica + engenharia elétrica + micro circuitos + programação visual...

- **Microprocessadores**

Executam bilhões de cálculos por segundo. Transferem e distribuem dados por circuitos integrados, por meio de ondas, eletricidade e materiais avançados

Constelações

- Tomado individualmente, como um aparelho, um foguete é um instrumento, uma tecnologia para se chegar à lua
- Mas, de fato, trata-se de uma constelação de tecnologias
- Cada sub-tecnologia, evolui em uma direção, com sua própria dinâmica

Ao se desdobrarem, se articulam e formam espécies, famílias e sistemas, que se complementam e se potencializam

**Sínteses dessa natureza decorrem de processos de
maturação que ocorrem no tempo.**

**A temporalidade específica é uma das marcas do
investimento em C&T**

Tecnologias, muitas vezes, geram Tecnologias

GPS

- Mescla de processadores, satélites, relógios atômicos, rádio-transmissores, receptores
- Seu ponto de partida foi a busca de solução para um problema básico: como localizar um ponto no planeta?

A interação construiu a síntese

Tensão entre C&T

Em geral, até o século XIX, tecnologia evoluía com a prática. Uma nova tecnologia dava origem a outra nova tecnologia. Ou a tecnologias

Mas nos últimos 60 anos, a visão dominante sobre a produção de conhecimento se consolidou com a perspectiva de que só a ciência básica é que dá origem à tecnologia

Mundo de ponta cabeça

- A Tecnologia passou a ser compreendida como fruto exclusivo da Ciência
- Sua evolução passou a ser vista como resultado do funcionamento da economia
- A tecnologia tornou-se uma espécie de ciência menos pura

No entanto, no mundo de hoje, mais do que nunca na história, há simbiose entre C&T.

E a ciência nem sempre está na liderança