

Políticas Públicas de C&T e a Química

Fernando Galembeck

Instituto de Química da Unicamp

Instituto do Milênio de Materiais Complexos

Planejar?

- O extremo liberal: “laissez-faire”
- O extremo bolchevique: tudo é decidido e executado pelo Estado (Partido)
- Na prática, TODOS os governos minimamente bem sucedidos planejam, formulam e executam políticas públicas
 - Estados Unidos, anos 90: competitividade
 - Irlanda: o “tigre” europeu

Políticas de C&T, no Brasil

- Século XIX: Agricultura, Mineração, Saúde
 - Instituto Agrônômico de Campinas, Escola de Minas de Ouro Preto - inaugurados por D. Pedro II
 - Saúde: Instituto Oswaldo Cruz, Instituto Butantã, Instituto Adolfo Lutz
- 1932: A derrota da Revolução Constitucionalista
 - O Partido Democrático e a criação da USP em 1934
- 1951: Criação do CNPq, Capes e Petrobrás
- Fapesp e a descentralização do ensino superior em São Paulo

Mais recentemente

- 1964: a ruptura entre acadêmicos e empresários
 - Desaparecimento de diálogos, colaborações e doações
- 1970: O regime militar e o “Brasil Grande”
 - Funtec (BNDES), Finep, Embrapa, INPAmazônia
 - O PADCT
 - A moratória e as reservas de mercado
- Os “anos perdidos” (80): crescimento da pós-graduação e do sistema de ensino superior
 - Indução: centros de pesquisa de empresas privadas e públicas, inclusive multinacionais
- 2002: os Fundos Setoriais
- 2004: 7 000 doutores por ano, 1,4% da produção científica mundial
 - Fundações estaduais desembolsam 10^9 R\$ em 2004 (Fapesp, 34%)

Problemas das políticas públicas

- Oportunistas, aproveitadores
- Nichos que disfarçam incompetência
- O que é “público”?
 - Propriedade pública de uso determinado
- Quem paga?
 - Necessidades de recursos, taxaço
- O público (órfão) vs. o que tem dono
 - Ascensão e queda das ferrovias brasileiras

Um fiasco em política pública

- A reserva de mercado de informática
 - Quem inventou?
 - Um comitê assessor do CNPq?
 - Quem pagou?
 - Quem roubou?
 - Quem ganhou?
 - Quem perdeu?

Outro fiasco

Microeletrônica

- Um dos dois maiores setores industriais, no mundo (disputa com o setor químico)
- No Brasil: três (!!!) fábricas de semicondutores
- Oferece poucos empregos
- “Perdemos o bonde (ou o trem, avião, carro de boi...)”
 - ...mas a Irlanda e a Costa Rica não perderam!!

Resultado dos fiascos

Resultado dos fiascos

- O que se diz: “Não há atividade de pesquisa nas empresas brasileiras”
- A verdade: **não há empresas**, em alguns setores
 - Hewlett-Packard, IBM, Samsung, Matsushita, Honeywell, **não tem patentes em nanotecnologia no Brasil**

Entretanto, há um grande número de pesquisadores em semicondutores. Para quê?

- Gerando conhecimentos que vão enriquecer outros
- Exportando gente (capital humano)

Políticas Públicas e Química

- O movimento dos anos 20
- A criação da USP e do sistema paulista de ensino superior, C&T
 - Um projeto de hegemonia pela competência
- A petroquímica brasileira
 - O “tripé” durante o “milagre”
- Deficiências na química brasileira
 - Delfim Netto e o PADCT

Um sucesso

PADCT: Sub-programa de Química e Engenharia Química

- **1984-presente, equivalente a ca. US\$ 0,6 bilhão.**
- **Programa descentralizado (vs. *CBPQ*).**
- **Baseado no fomento competitivo dos participantes qualificados.**

Um sucesso

- **Resultados**

- O maior crescimento de produção científica no Brasil (7x, 1981-1998)
- O setor químico brasileiro prospera, depois de superar a abertura econômica
 - >US\$50 Bilhões/ano (2004)
 - gera tecnologias próprias
 - grandes empresas de capital nacional
 - empregos para doutores!

No Brasil, sabemos fazer programas

- **PADCT**: Todas as áreas verticais apoiaram áreas em que hoje o Brasil tem
 - *grandes empresas de capital nacional*
 - *geradoras de tecnologia*
 - *competitivas - ou líderes - globalmente*

Um sucesso inigualado

- **Proálcool**: O Brasil é o *único* país do mundo que hoje produz combustível de biomassa a preço competitivo com o do petróleo.

O Proálcool é um sucesso, ou fracasso?

- Sucesso sem paralelo, único e inigualado, no mundo todo
- Em grande parte, devido à atividade de inovação em empresas
 - que a mídia e o governo ainda não reconheceram
- **A maior “barriga” do jornalismo científico brasileiro**
 - **O álcool brasileiro compete com o petróleo a US\$22/barril, sem subsídios**
 - baseado em ciência e tecnologia intensivas (e não em sol, terra e trabalho escravo)
 - 1970: 1 variedade de cana (NA)
 - 2004: 500 variedades de cana

...mas precisamos aprender com os erros

- No PADCT: o fracasso da CODETEC causou um grande prejuízo à P&D de especialidades químicas.
 - Um caso policial
- A reserva de mercado de micro-informática trouxe benefícios e muitos problemas: desatenção à importância crescente do *software*.
 - Má compreensão do processo

Fronteiras de hoje

- Nanotecnologia
 - Biotecnologia
- Tecnologias da informação
 - Neurociências

Cenários para o crescimento

- Quais são os fatores de mudança?
- Quais são as novas contingências econômicas?
- Quais são as novas oportunidades científicas
- Quais são as novas barreiras sociais e estratégicas?

Paradigmas antigos e novos

- **Pasteur, Hammond: O que interessa não é o *produto*, mas sim a sua *função*.**
- **Síntese catalítica, síntese biotecnológica, matérias primas naturais**
- **Reciclagem, descarte pelo fabricante, emissões-zero**
- **Responsabilidade civil, o “direito de operar”, a *Long-Range Initiative***
- **Síntese combinatória, pesquisa em bases de dados**
- **O conceito de produto**
- **Nanotecnologias e microreatores**

O que interessa é a *função*

- **Produtos da indústria química preenchem muitas funções na indústria, agronegócio, serviços e vida pessoal.**
- **Substituem e são substituídos por outros produtos, ou por mudanças em padrões de vida.**
 - **Aspirina vs. acupuntura, eletroterapias, do-in, etc.**
- **Muitas novidades: novos carbonos, líquidos iônicos, sesquioxanos em gaiola, nanopartículas superplásticas**
 - **Soluções à procura de problemas, que se tornam soluções de problemas**

Síntese catalítica

- **Objetivo:** não produzir resíduos de síntese
- **Problema:** Baeyer-Villiger (cetona + ácido cloroperbenzóico \longrightarrow lactona + **ácido clorobenzóico**), muito usada (plásticos, síntese de fármacos)
- **Solução:** (cetona + peróxido de hidrogênio lactona + **água**), **com um catalisador de S_{n-1} -zeólita** - Corma et al., Nature 412, 423 (2001)

Concilia dois tipos de políticas públicas:
ambiente e competitividade

Síntese biotecnológica e genômica

- **Derivados da biomassa: o novo quadro de etanol vs. petróleo e da química da celulose (eucalipto clonado, para papel e polpa)**
- **Sustentabilidade: uso de matérias-primas de origem natural**
- **As futuras sedas e lãs artificiais: proteínas geneticamente engenheiradas**

Os novos “players” genômicos

- **Maxygen, com tecnologias de evolução gênica**
- **A promessa: mudanças radicais em fármacos, agricultura e vacinas**
- **Oferta pública de ações em 12/99 a \$16, subiu a \$200 em 4/2000, caiu a \$15 em 2001. Vale (?) US\$500M**
- **Primeiros produtos:**
 - **Enzima para lavagem de roupa, com Novozymes (2000)**
 - **Precursor de antibióticos beta-lactâmicos, com DSM (2001)**
 - **Sistema de fixação de CO₂ em algas, para a Rio Tinto.**
 - **Seis produtos químicos, em um portfólio de oito produtos**
 - **Projeto com Chevron: conversão de metano em metanol**

Produtos naturais

- **70% dos agentes antimicrobianos e drogas anti-câncer são derivados de produtos naturais.**
- **30% das moléculas pequenas mais vendidas em 1999 são derivadas de estudos sobre produtos naturais, ou desenvolvidas através destes estudos.**
- **Uso de síntese, para melhorar desempenho de imunobiológicos: método sintético para combinar múltiplos antígenos em uma só molécula: Danishefsky et al., JACS 123, 1890 (2001).**

Explorando a biodiversidade (?)

- É preciso ter acesso
- É preciso ter regras de acesso transparentes e exequíveis
- Na prática: uma paralisia, devido à legislação ambiental
- Quem ganha? O fora-da-lei

...e outro exemplo recente

- **Delta9-THC (da maconha) reduz sensibilidade à dor, náusea e perda de apetite em pacientes de câncer e AIDS.**
- **Anandamida (uma amida graxa) é o provável ligante endógeno dos receptores de THC.**
- **Novo alvo para um possível fármaco: um inibidor de FAAH (uma hidrolase de amida graxa). Camundongos transgênicos sem FAAH se comportam como os animais tratados com THC.**

PNAS 98, 9371 (2001)

Novos conceitos de produto e de processo

- **Um desenvolvimento comercial recente:**
 - **Partículas porosas não-poliméricas, de 5 a 30 microns de diâmetro, com aspecto de tecido amassado, para serem usadas em inalação e liberação de drogas (p.ex. insulina) através dos pulmões.**
- **Não se trata de um produto químico nem de um processo químico, mas de todo um sistema adequado a um uso terapêutico.**

Novas formas de pesquisa

- **Síntese combinatória: sintetizando *bibliotecas* de compostos**
- **“Data mining”**: construção de bases de dados; cruzamentos e extração de resultados
- **Quimiometria, planejamento experimental: *como se faz experimentos?***
- ***High-throughput screening***: por exemplo, cristalografia de complexos de enzima-candidatos a inibidor, em síncrotron de alta produtividade

Nanotecnologias e microreatores

- **O conceito: microfabricação (microfluídica, MEMS)**
- **O potencial: superfícies elevadas, t até 650° C, pressão até 25 bar. Reações muito exotérmicas ou explosivas para serem realizadas em grande escala.**
- **Produção e armazenagem locais de intermediários de alto risco.**
- **Um resultado (dipeptídeo sintetizado em laboratório):**
 - **Rendimento quantitativo em 20 minutos vs. 40-50% de conversão em 24 horas, em batelada. (Haswell, Chem. Comm. 2001, 990)**

Os conceitos: muitos módulos vs. sistemas únicos

- **Sistemas de membranas de separação, de fibras ocas; a rede de diodos vs. a fotomultiplicadora**
- **O *cluster* de microcomputadores e o *mainframe***
- **Indústria eletroquímica**
- **Microcircuitos e microcomputadores**
- **Muitos sistemas biológicos**
- **Técnicas de nanolitografia com redes de nanosondas**

Aplicações

1,3-Dipolar Cycloaddition

Suzuki Coupling

Michaelis-Arbuzov
Rearrangement

Sodium Borohydride
Reduction

Intramolecular Diels-Alder
Reaction

Nef Reaction; Ketalization

Aminolysis

Addition of BuLi to
Cyclohexanone

Addition of BuLi to
Benzaldehyde

Hydroboration

Wittig-Horner Reaction

Wagner-Meerwein
Rearrangement

Beckmann Rearrangement

Paal-Knorr Pyrrole-Synthesis

Guaresky-Thrope-Pyridone-
Synthesis

Red-Al Reduction

Synthesis of THP-Ether

Synthesis of alpha-
hydroxyacetals

Synthesis of 2-Amino-Pyridine-
N-Oxide

Pd-Catalysed Cross Coupling

Wittig Reaction

Favorsky Rearrangement

Oxidation of Sulfide

Mitsunobu Reaction

Nucleophilic Aromatic
Substitution

Propostas

- Educação integrada (ensino de Ciências centrado na **indagação**, na escola primária e média; Química, Engenharia, Biologia, Gestão, no ensino superior)
 - Além de conteúdos: atitudes, habilidades, capacidade de aprender
- Construir sistemas de inovação setoriais e locais: prospecção, investigação, P&D&E, produção, comercialização.
- Conhecer e aproveitar as nossas experiências de sucesso (e os fracassos).
- Integrar muitas *pessoas* e competências.
- Identificar, conhecer e explorar quimicamente os recursos naturais (biota, minerais).

Uma crise na educação científica

- Resultados de avaliações internacionais
 - Matemática e ciências: PISA, TIMM
- Mau desempenho dos estudantes brasileiros
 - Último lugar, em uma classe própria
- Reação do público, imprensa, governos
 - Pequena, oportunista, partidarizada
- Iniciativas do Inter-Academy Panel, IANAS

Era esperado?

- Prêmios em Olimpíadas
- Crescimento da atividade científica no Brasil (1,4%)
- Realizações recentes em C&T&I
 - Álcool combustível compete com petróleo a US\$22/barril
 - Petróleo em água profundas
 - Indústria aeronáutica (4 B US\$)
 - Agronegócio imbatível (soja, eucalipto...)

Centros de Ciências

- Começaram em 1980
- Hoje: 100 centros e uma associação nacional
- Contribuição: materiais, capacitação
- Impacto insuficiente perante as necessidades

Crise, sem surpresas

- Baixa cobertura da educação fundamental durante o século 20
 - Elitização do que deveria ser universal
- Cobertura universal foi atingida apenas em 2000
- Treinamento de professores é um grande problema
- Ensino de ciências começa apenas na quarta série
- A educação científica precoce ainda é uma idéia nova

Ação

- Programas de ensino baseados na indagação e nas atividades dos alunos
- Várias iniciativas: Unesco, universidades...
- Múltiplos esforços espalhados
- Decisões do IAP e de outras academias nacionais
- A Academia Brasileira apoia os programas **“Mão na Massa”**

Educação Científica

- **O método**
 - Experimentação, modelos, verificação
- **Informação: fatos**
 - Uma visão do mundo
- **Crítica, mudança, incertezas**
- **Ética**
 - Impactos da inovação: ambiente, emprego, qualidade de vida
- **Tomada de decisões** baseada na melhor informação científica existente

Um modelo: “meme”

- Um replicante cultural
- Analogia: gene
- Características
 - São hábitos, modos de pensar, comportamentos, gostos, modelos
 - *Podem* ser benéficos ou prejudiciais aos que os expressam
 - A principal lógica: propagação

Susan Blackmore, The Meme Machine, OUP 1999

Mememes, Fama e Poder

- **Fama** *pode* ser um agente propagador de memes
- Mas a propagação também ocorre sem fama
 - **Espinoza**: livros publicados por um editor inexistente, **sem** autor declarado, título desconhecido
 - **Descartes**: “aquele que se escondeu bem viveu bem”
- Erich Fromm e as “grandes imposturas”
 - O maior obstáculo à aprendizagem da *arte de viver*