

Seminário NEIT/IE/UNICAMP

Manufatura Avançada

26/04/2017

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

3) Importância da Indústria

4) Principais Experiências

5) Considerações

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

3) Importância da Indústria

4) Principais Experiências

5) Considerações

- ❖ O tema chegou mais fortemente ao Brasil por meio de empresas e associações. Ademais, o governo pretende construir uma política nacional para manufatura avançada (o BNDES participa das discussões).
- ❖ Em alguns fóruns, as discussões carecem de um entendimento mais geral.
- ❖ “Tecnologias estão aí; empresas de referência já desenvolveram diversas soluções; precisamos adotá-las para aumentar a produtividade das empresas e do país; etc.”
- ❖ Foco na adoção de tecnologias (e o desenvolvimento?).
- ❖ Como isso começou nos outros países; que países; em que consistem os esforços; etc?
- ❖ Panaceia ou retórica? *Promising technology; generalizing rhetoric; techno-utopia.*

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

3) Importância da Indústria

4) Principais Experiências

5) Considerações

- ❖ Comissão Europeia (HLEG-KETS, 2010): “sistemas que utilizam técnicas inovativas na fabricação e criam novos processos e tecnologias de manufatura”.
- ❖ Fórum Econômico Mundial (WEF, 2012): “aproveitamento da infraestrutura digital nos processos de manufatura, como por exemplo, a combinação da modelagem computacional em três dimensões com a manufatura por adição”.
- ❖ Estratégia para a Manufatura Avançada (NSTC, 2012): “... uma família de atividades que (a) dependem do uso e coordenação de automação, informação, computação, software, sensores e redes, e/ou (b) façam uso de materiais de ponta e capacidades emergentes habilitadas pelas ciências físicas e biológicas, por exemplo a nanotecnologia, química e biologia. Trata-se de maneiras novas para a fabricação de produtos já existentes, bem como para a fabricação de novos produtos surgindo de tecnologias novas e avançadas”.
- ❖ “Manufatura inteligente” / smart manufacturing (SMLC, 2011): “uso intensivo de tecnologias digitais para permitir a rápida fabricação de novos produtos, a rápida resposta à demanda e a otimização em tempo real da produção e das cadeias de fornecimento”.

- ❖ A expressão “manufatura avançada” é recorrente em muitos trabalhos, porém sempre com uma definição diferente e fluida.
- ❖ **O que não é:**
 - ❑ Tendência tecnológica “exógena”;
 - ❑ “Bazar” de tecnologias disponíveis para as empresas escolherem como incorporar.
- ❖ Antes de nos atermos às novas possibilidades tecnológicas e seus efeitos sobre a realidade individual das firmas, seria útil darmos um **“passo atrás” e situar o debate.**
- ❖ Essa estratégia nos parece natural, tendo em vista que o tema sempre se encontra atrelado aos esforços de determinados países para buscar a liderança tecnológica mundial.

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

3) Importância da Indústria

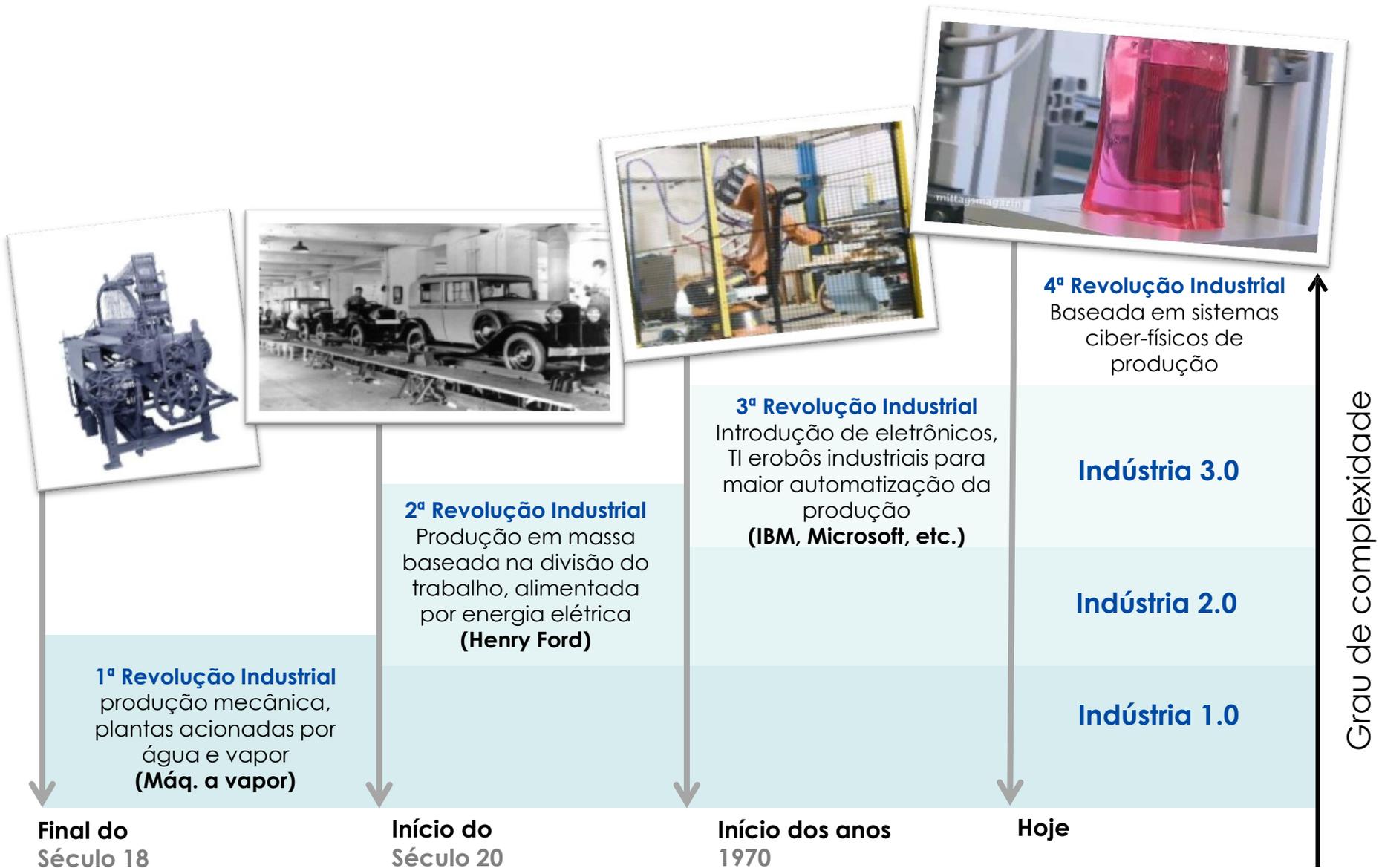
4) Principais Experiências

5) Considerações

- ❖ A nova onda de **revolução tecnológica** seria motivada por:
 - ❑ Avanço exponencial da capacidade dos computadores;
 - ❑ Imensa quantidade de informação digitalizada;
 - ❑ Cadeia produtiva flexível com informação disponível em tempo real.

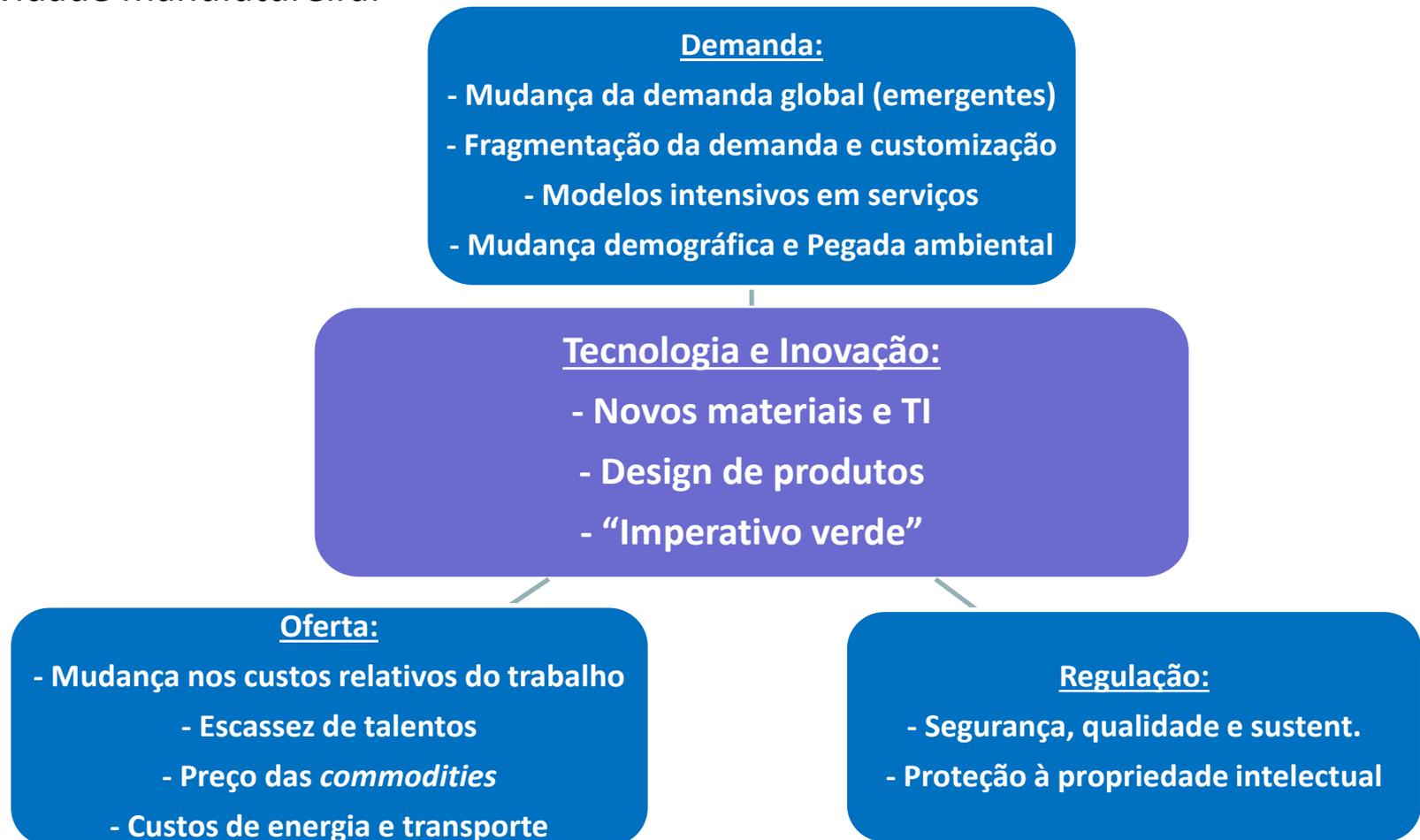
- ❖ As mudanças tecnológicas transformarão a forma como a produção será organizada, onde será localizada e definirão quais tipos de produtos serão produzidos.

- ❖ **Características da produção do futuro:** complexa, customizada, digital, inteligente, sustentável e combinará produtos e serviços.



- ❖ Isso se insere dentro da discussão sobre o futuro da atividade manufatureira, que está em grande transformação.
- ❖ A **mudança da demanda global** para os países emergentes e a **fragmentação da demanda** são relevantes para o argumento.
 - ❑ Há a premissa de que os **novos mercados** trazem consumidores que requerem produtos diferentes para satisfazer suas preferências, o que força os produtores a oferecer uma variedade de produtos.
 - ❑ Ao mesmo tempo, em **mercados estabelecidos** há consumidores exigentes que demandam maior variedade de produtos com ciclos mais rápidos, reforçando a tendência à fragmentação.
 - ❑ Maior preferência por agregação de **serviços** aos produtos.
- ❖ Pressões de **oferta** como alto custo de energia/transporte e **escassez de mão de obra**.
- ❖ **Avanços tecnológicos emergem como solução:** há especialmente avanços em TICs, materiais avançados e robótica que permitirão produção em escala variável na manufatura e maior eficiência no uso de insumos e recursos.

- ❖ Os relatórios da MGI (2012) ou da OCDE (2015) dão uma descrição bastante completa daquilo que tem se falado sobre os determinantes do ‘futuro da indústria’ e as tendências da atividade manufatureira.



- ❖ Identifica corretamente a presença de uma série de tendências globais e possui o mérito de **reafirmar a importância da indústria** para o desenvolvimento de longo prazo.
- ❖ Há certa ingenuidade, pois parece ter como premissa que novas tecnologias surgem autonomamente.
- ❖ Decorre uma **prescrição de política** que supõe a existência de um ‘bazar’ de tecnologias em que bastaria que as empresas adotassem tecnologias avançadas (pegando-as da “prateleira” das empresas fornecedoras/criadoras), optando pela melhor forma de incorporá-las em seus processos produtivos.

- ❖ Experiências de programas em ‘manufatura avançada’ nos países avançados tiveram origem na vontade de implantar um conjunto de políticas que devolvessem a certos países a **primazia industrial**, inclusive considerando a natureza fragmentada da produção global e o acirramento da competição.
- ❖ Antes de abordarmos as experiências concretas de cada país, é importante entendermos as **razões conceituais** que levaram os países centrais a ‘redescobrirem’ a importância da atividade manufatureira e da adoção explícita de políticas industriais e tecnológicas.

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

3) Importância da Indústria

4) Principais Experiências

5) Considerações

- ❖ Grandes dinâmicas moldando o espaço de políticas industriais:
 - ❑ Processo acelerado de **offshoring** (países desenvolvidos rumo ao leste asiático).
 - ❑ Crescente **fragmentação da produção** (cada vez mais os bens estão sendo feitos em estágios e em diferentes localidades) e contínuo crescimento do comércio de **bens intermediários**.
 - ❑ Fortalecimento dos grandes grupos **transnacionais** organizando a atividade fabril em cadeias globais de valor.
 - ❑ Acelerado **progresso técnico**.
 - ❑ Mudanças climática, disponibilidade de recursos naturais e consumo mais eficiente.
 - ❑ Mudanças nos padrões de demanda global, com deslocamento para os países emergentes que apresentam crescimento mais elevado.
- ❖ As experiências de programas de ‘manufatura avançada’ nos países avançados tiveram origem na vontade de implantar um conjunto de políticas que devolvessem a estes países a primazia industrial, inclusive considerando a natureza fragmentada da produção global e o acirramento da competição.

- ❖ “Leis de Kaldor”:
 - ❑ Quanto maior a taxa de crescimento da manufatura, maior será a taxa de **crescimento** econômico.
 - ❑ Relação positiva entre a taxa de crescimento do produto manufatureiro e a taxa de crescimento da **produtividade** manufatureira.
 - ❑ Crescimento da produtividade está associado ao crescimento do **emprego** na manufatura.
- ❖ O setor de bens de capital, em especial, é **difusor de inovações**.
- ❖ **Restrição externa** (gerando exportações ou diminuindo importações potenciais).
- ❖ *“Overreliance on imports and substantial manufacturing trade deficits increase Americans’ **vulnerability to everything** from exchange rate fluctuations to trade embargoes to supply disruptions from natural disasters”* [Baily & Bosworth (2014)]
- ❖ Yudken (2010) e Hart et al. (2012) afirmam que a dependência em relação a alguns produtos críticos / tecnologias pode prejudicar a capacidade industrial de **defesa** do país.

- ❖ Pisano & Shih (2009): O que em geral não costuma ser muito enfatizado é que existem sinergias que são potencializadas pela proximidade entre o “chão de fábrica” e o PDI.
 - ❑ A migração dos semicondutores para a Ásia e declínio das capacitações relacionadas ao processamento de silício e à deposição de filme fino reduziu a capacidade dos EUA de liderar essa rota tecnológica.
- ❖ “*The World Is Flat*”? o processo de desenvolvimento tecnológico e de inovação está fortemente associado ao processo de produção e a **proximidade** das equipes de desenvolvimento em relação ao “chão de fábrica” é extremamente importante para o processo inovativo.
- ❖ Outsourcing pode induzir perdas de capacitações coletivas geradas pela proximidade de várias indústrias (**commons**). A separação entre a manufatura e o P&D pode impactar negativamente nos *feedbacks* que são importantes para alimentar o processo de inovação.

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

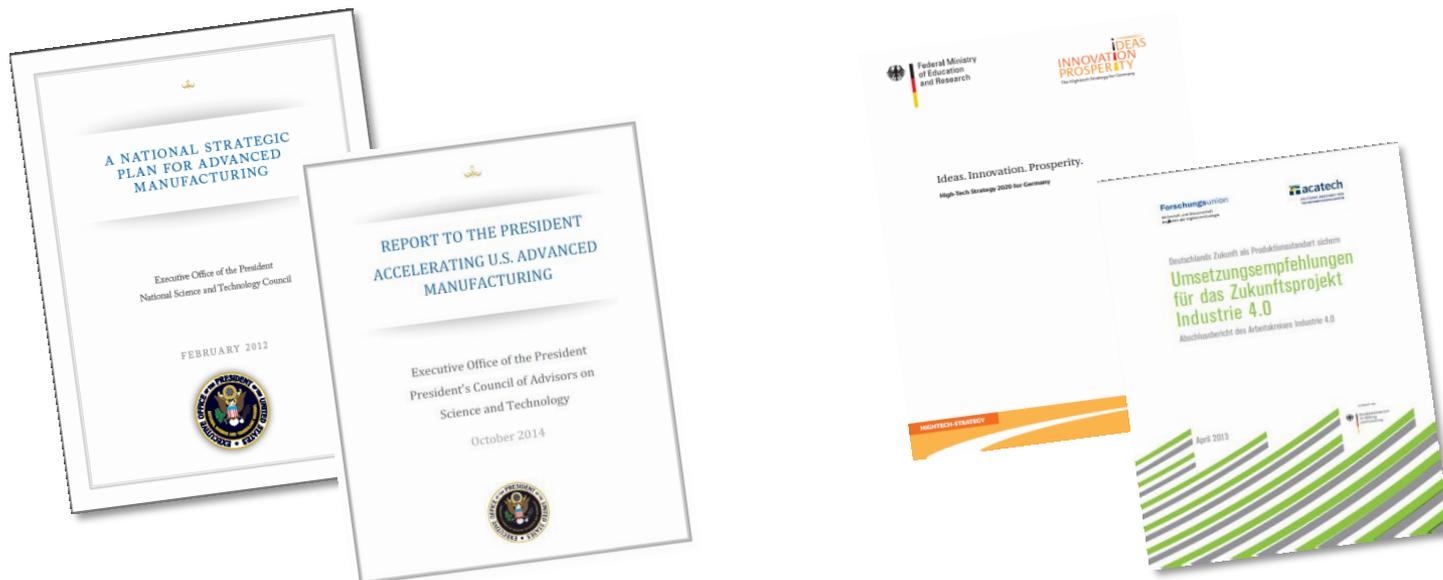
3) Importância da Indústria

4) Principais Experiências

5) Considerações

EUA: em 2011 foram elaborados diversos documentos oficiais pela Casa Branca, que culminaram no lançamento da “*Advanced Manufacturing Partnership*” em 2012.

Alemanha: em 2006 foi lançada pelo governo alemão a “*High-Tech Strategy 2020*” em que novas formas (avançadas) de fabricação deveriam ser buscadas. A plataforma conhecida como Indústria 4.0 faz parte desta estratégia mais ampla.



- ❖ Um dos mais sofisticados e diversificados sistemas industriais do mundo.
 - ❑ ¼ do valor adicionado global da manufatura e maior produtor por mais de 100 anos;
 - ❑ Manufatura vem declinando: como parcela do PIB, de 25% em 1960 para 12% em 2010; em termos de emprego, de 25% em 1960 para menos de 10% em 2010.

- ❖ A partir da década passada ficou mais claro que essa dinâmica não se limitou aos bens de baixa tecnologia.

- ❖ Nos últimos anos, os gastos das firmas norte-americanas com P&D feitos fora dos EUA cresceram 3 vezes mais que gastos domésticos. A queda do emprego não está relacionada apenas à produção (perda de liderança no emprego relacionado à P&D).

- ❖ Déficit na balança comercial de manufaturados de alta tecnologia.
 - ❑ 90's superávit histórico / reverte em 2001 / déficit de US\$ 100 bilhões em 2011;
 - ❑ 00's perderam o posto de maior exportador mundial para a Alemanha e China.

Apontam 3 razões para a necessidade de retomada da liderança norte-americana:

1. A manufatura, principalmente aquela baseada em alta tecnologia, oferece oportunidades de **empregos de alta remuneração**.
2. Um setor manufatureiro forte e que desenvolve novas tecnologias é vital para garantir a liderança norte-americana na **inovação**.
 - ❑ Sinergias criadas pela localização dos processos de produção próximos aos de *design*.
3. Possuir uma indústria manufatureira doméstica robusta e capaz de disseminar avanços tecnológicos é vital para a **segurança nacional**.
 - ❑ O *outsourcing* não diminui apenas a capacidade do país de produzir bens intensivos em tecnologia; afeta também o conhecimento relevante que seria necessário ao país para reconstituição de sua capacidade doméstica em tempos de necessidades estratégicas.

PCAST (2011): “... it is increasingly apparent that technology innovation is closely tied to manufacturing knowledge. We cannot remain the world’s engine of innovation without manufacturing activity”.

- ❖ Danos não se restringem às firmas que fizeram *outsourcing*; também prejudica as capacitações das **demais firmas** (por exemplo: fornecedores de materiais, ferramentas, componentes, etc.).
 - ❑ Importante estar geograficamente próximo dos *commons*, na medida em que ele é uma fonte de vantagens competitivas. Mesmo quando se fala em conhecimento, a distância importa.
- ❖ Quando diversas indústrias fazem o *outsourcing* de suas atividades (e cortam seus gastos em pesquisa), as oportunidades de emprego diminuem, funcionários experientes e com conhecimentos tácitos importantes ficam desempregados ou arranjam emprego em outra área, etc. Há perda de massa crítica acumulada, afetando toda uma rede de empresas.
 - ❑ Separação pode impactar negativamente nos *feedbacks* que são importantes para alimentar o processo de inovação.

- ❖ **Definição:** o conceito da manufatura avançada envolve atividades que (a) dependem do **uso e coordenação da informação**, automação, computação, software, sensoriamento, conexão por redes; e (b) se **utilizam de materiais avançados e competências emergentes** que se tornam possíveis a partir de avanços em campos do conhecimento como a física e as ciências biológicas. A manufatura avançada envolve novas formas de fabricar e desenvolver produtos existentes e a manufatura de novos produtos utilizando novas tecnologias.
- ❖ Recomendação-chave do PCAST é que o governo federal lance a “**Advanced Manufacturing Initiative**”, iniciativa sob a coordenação do Gabinete da Presidência e que combinaria diversas instituições, com destaque para os Departamentos de Comércio, Defesa e Energia.
 - ❑ **Pré-condição:** vultosos investimentos governamentais; desenvolvimento de tecnologia nos EUA; infraestrutura de apoio às empresas intensivas em tecnologia.
 - ❑ Apoio a programas de pesquisa aplicada relacionadas à novas tecnologias identificadas como promissoras, PPPs em torno de tecnologias pré-competitivas e de aplicação geral, criação e uso de infraestrutura tecnológica compartilhada, e outras ações.

- ❖ A despeito de o termo “**ambiente de negócios**” ser algo genérico:
 - ❑ Incentivos tributários para que as firmas localizem suas atividades de P&D junto à de manufatura.
 - ❑ Melhoria na qualidade da força de trabalho (educação e treinamento).

- ❖ Investir no **compartilhamento de infraestrutura** e de tecnologias:
 - ❑ Auxiliaria uma série de empresas de forma ampla e transversal.
 - ❑ Utilizada especialmente por empresas de menor porte (que, individualmente, não investirão em toda a infraestrutura necessária para viabilizar a manufatura avançada).

- ❖ **National Network for Manufacturing Innovation (NNMI):** rede formada por institutos regionais para acelerar o desenvolvimento de tecnologias de manufatura avançada.
 - ❑ Inspirada no Fraunhofer.
 - ❑ Objetivos comuns (desenvolver tecnologias, realizar atividades de pesquisa que empresas privadas por si só não fariam ou não conseguiriam, contribuir para a capacitação da mão de obra).
 - ❑ Foco/concentração específico (*hub* regional de inovação).
 - ❑ Cada instituto seria operado por meio de PPPs para alavancar os recursos existentes.
 - ❑ Reduzir o custo e o alto risco de desenvolvimento e comercialização de novas tecnologias.

Advanced Manufacturing Initiative



Materiais compósitos



Ligas metálicas leves e de elevada resistência



DMDII

DIGITAL MANUFACTURING AND DESIGN INNOVATION INSTITUTE

Análise e processamento de dados

NNMI
National Network for Manufacturing Innovation



POWER AMERICA
Nova geração da eletrônica



America Makes

National Additive Manufacturing Innovation Institute

Manufatura Aditiva

NEXT FLEX

Eletrônica híbrida e flexível



Eletrônica ótica

EUA: National Additive Manufacturing Innovation Institute



funding e encomendas tecnológicas

Consórcio formado por 9 universidades, 5 colleges, 40 empresas e 11 ONGs (National Center for Defense Manufacturing and Machining).

❖ **Manufatura aditiva (impressoras 3D):**

Técnicas para produção por adição de materiais camada a camada.

Produz materiais a partir de modelos digitais, dispensando moldes e facilitando a produção de bens com geometrias muito complexas.

Reduz perdas e desperdícios de materiais.

“Customização em massa”.

❖ **Ponte entre pesquisa básica e desenvolvimento** de tecnologias e produtos relacionados à manufatura aditiva: Infraestrutura compartilhada; acesso a equipamentos de ponta; treinamento para qualificação da mão de obra.



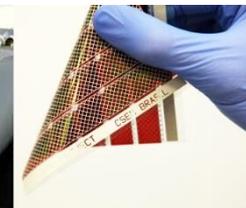
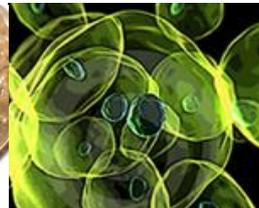
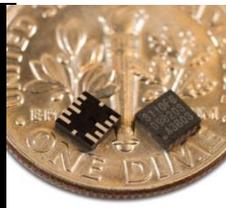
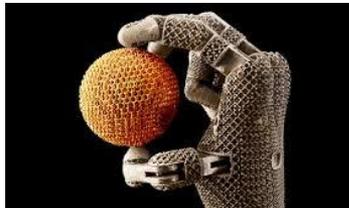
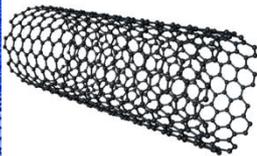
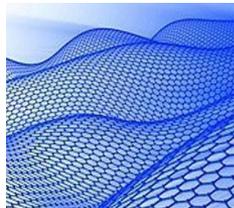
Competências:

- *ciência dos materiais*
- *nanomanufatura*
- *biomanufatura*
- *robótica*
- *modelagem e simulação*
- *engenharia de produção*

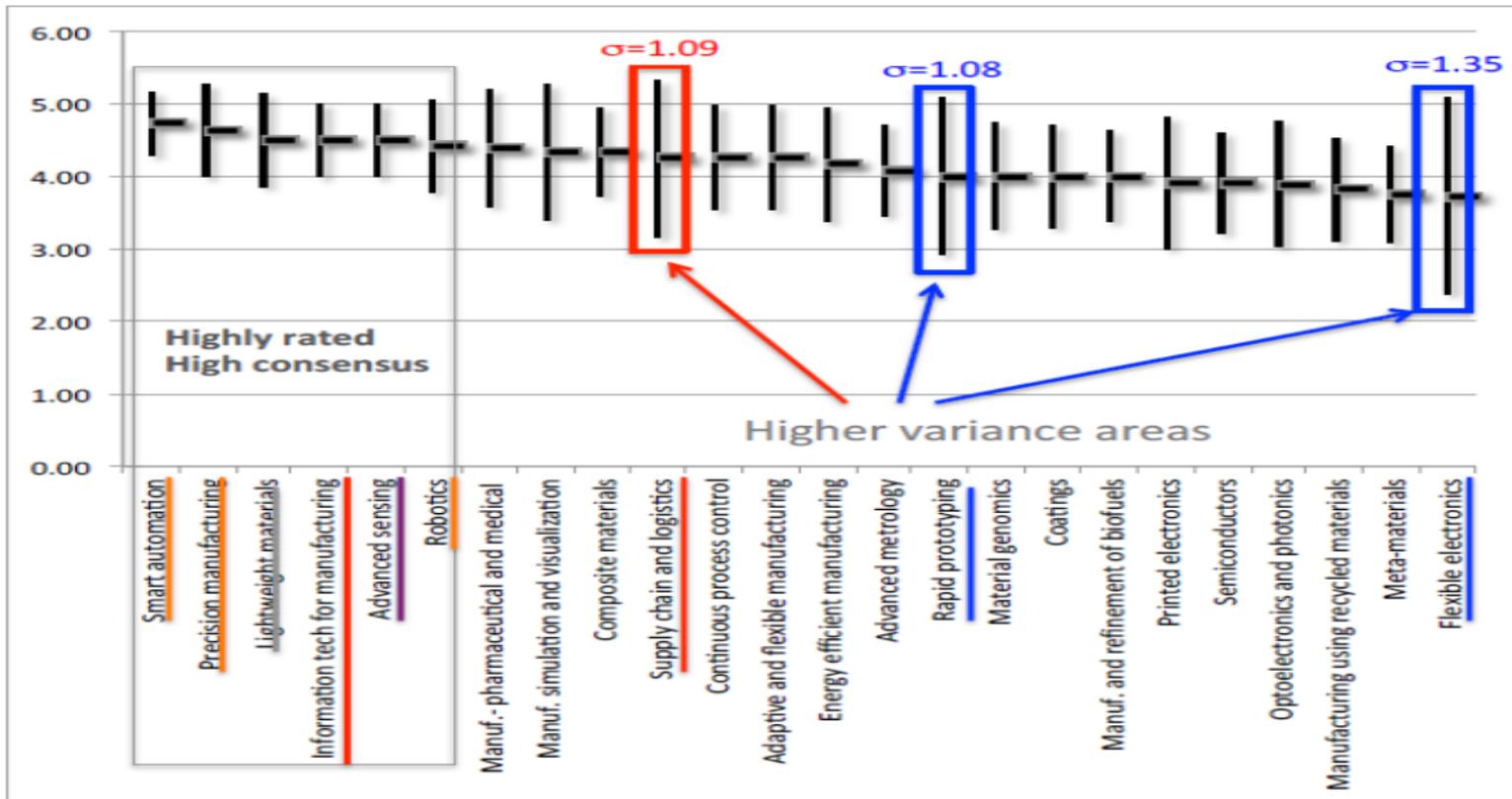
❖ **IDA e MIT:** Estudos recentes têm buscado explorar qual seria o conjunto mínimo de áreas de concentração e tecnologias estratégicas para investir.

❖ **Enabling / Key Technologies:**

- Nano engenharia de materiais e superfícies
- Manufatura aditiva e de precisão
- Robótica e Automação
- Próxima geração de eletrônica
- Biomanufatura e manufatura de fármacos
- Design* e gestão da cadeia de suprimentos
- Manufatura “verde”



- ❖ Quais são as tecnologias mais promissoras num horizonte relativamente próximo (10 anos)?



Fonte: De Weck et al. (2013)

- ❖ 6 tecnologias à esquerda: a maioria procura endereçar aumentos de eficiência e redução do trabalho manual na manufatura; aqui se encaixam a **automação** e a **robótica**, inclusive colaborativa. Outras áreas relevantes são: **novos materiais** mais leves e **sensores** avançados.

- ❖ Identificação e desenvolvimento de tecnologias emergentes / materiais e criação de mercados.
- ❖ Estratégia *mission oriented*.
- ❖ Papel do governo federal (em especial DOD e DOE) no que se refere a puxar o desenvolvimento da manufatura avançada no país.
 - ❑ Coordenação e mobilização de agentes.
 - ❑ Provedor de demanda efetiva.
 - ❑ Recomendação de ampliação de *funding* aos departamentos “*to allow NIST, DARPA and DOE to fund the most promising opportunities that will respond to cross-cutting challenges and problems defined by AMI, through programs at each agency*”.
- ❖ Aproveitamento e fortalecimento da base industrial e de alta tecnologia e criação de novos institutos dedicados.

- ❖ A preocupação é basicamente a mesma que a norte-americana.
 - ❑ Situação do BP é diferente da dos EUA (superávits; não tem a moeda mundial).
 - ❑ Objetivo: liderança global (e europeia) industrial e tecnologia de ponta.

- ❖ O capitalismo alemão passou por diversas **transformações** desde o final dos anos 1990.
 - ❑ Reunificação.
 - ❑ União Europeia.
 - ❑ Após os anos 00's, deixou de ser o “*sickman of Europe*”.

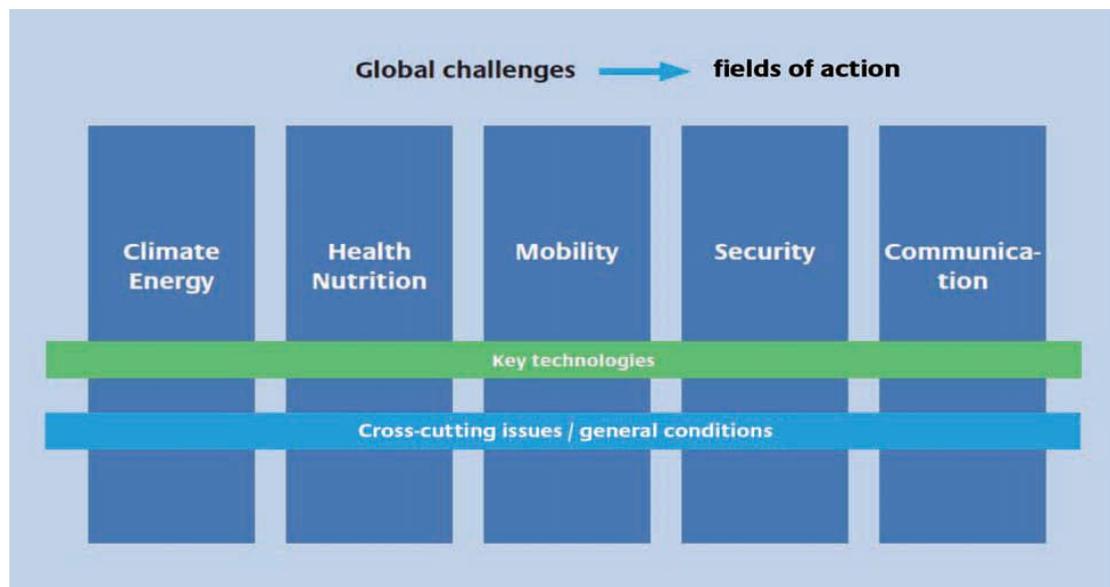
- ❖ **Algumas questões:**
 - ❑ Tratado de Maastricht e política fiscal / Zona do Euro e política monetária.
 - ❑ Moderação salarial e consumo.
 - ❑ Exportações e “cadeia europeia de valor”.

- ❖ Longo debate sobre as razões do desempenho alemão.
 - ❑ Reformas, em especial do mercado de trabalho, política salarial e *welfare state*.
 - ❑ Superioridade tecnológica da indústria alemã.

- ❖ Compressão salarial e câmbio desvalorizado (desde a implantação do Euro) contribuem para tornar as exportações alemãs mais competitivas em relação a seus pares europeus.
- ❖ Storm & Naastepad (2014) e Dauderstädt (2012): os produtos com melhor performance exportadora são aqueles cuja competitividade não está relacionada primordialmente ao preço (automóveis, máquinas e equipamentos, produtos químicos, etc.).
 - ❑ Capacidade industrial alemã garante a penetração de suas exportações especialmente na própria Europa, que hoje é seu maior mercado (nem exportam nem importam muito da China).
- ❖ Transformação das empresas alemãs em grandes grupos globais nos anos 90s (aquisição de plantas nos países vizinhos da Europa Oriental).
- ❖ Legislação do mercado único europeu e padrões únicos para produtos e serviços.
- ❖ Mudanças dos padrões de demanda mundial: concentração de renda observada na Europa e no mundo estimulou a demanda de bens de “consumo de luxo” e de BKs com maior sofisticação tecnológica.

- ❖ **“Obsessão pela competitividade”.**
 - ❑ Não há ator estratégico, mas sim um esforço comum de estado, empresas e sindicatos. Estratégias globais de penetração em mercados são parcialmente apoiadas pelos sindicatos; o governo alemão adotou frequentemente políticas como redução de custos salariais, suportando a inovação essencialmente através de gastos públicos em pesquisa e desenvolvimento.
- ❖ A iniciativa alemã deve ser compreendida dentro da estratégia de posicionamento como **liderança na Europa**, especialmente após a crise de 2008/09.
- ❖ A compreensão da dinâmica da economia alemã e de sua indústria é fundamental para entender a “nova” estratégia industrial alemã, cristalizada na **High Tech Strategy 2020** (da qual a iniciativa Indústria 4.0 faz parte).

- ❖ Iniciativa que concentra ações de todos os níveis de governo voltadas à inovação.
 - ❑ Pesquisa e inovação no centro da agenda governamental (federal e *länder*).
 - ❑ Criada em 2006, olhando para diversas áreas de ponta (repactuada em 2010 e 2014).
- ❖ Consolidar o potencial de **exportação** de bens e serviços relativos às áreas prioritárias.
- ❖ Posicionar a Alemanha como líder no fornecimento global de tecnologias digitais e relacionadas à indústria 4.0.
- ❖ Estímulo à **tecnologias-chave (habilitadoras)** e aborda questões de *funding* e condições gerais relevantes para essas tecnologias.



Alemanha como líder na resolução de “desafios globais”, atuando em cinco dimensões.

- 1) A **mudança climática** é um dos maiores desafios e a transição passa por ações no campo da eficiência energética e mudança de matriz.
- 2) **Mudança demográfica** e proliferação de **doenças** afetam o sistema de saúde. Prevenção e tratamento são campos importantes.
- 3) Enorme aumento no **tráfego** de carga e passageiros abrem caminho para novas formas de mobilidade e sistemas de informação.
- 4) Aumento das **ameaças** globais (terrorismo, desastres ambientais, ...).
- 5) **TICs** como tecnologia base.

❖ “Forward-looking projects”

- ❑ Perseguir objetivos específicos relacionados ao desenvolvimento científico, tecnológico e social, num período de 10 a 15 anos.

❖ Key technologies

- ❑ Biotecnologia; nanotecnologia; micro e nano eletrônica; ótica; materiais; TICs; produção; ...
- ❑ Pré-requisito para várias aplicações em diversos setores.

❖ Questões Relevantes e Condições Gerais

- ❑ Financiamento à inovação, venture capital e startups.
- ❑ Participação das MPMEs nos esforços de P&D.
- ❑ Qualidade da mdo (educação e treinamento).
- ❑ **Regulação e padrões:**
 - conferem transparência, comparabilidade, aumentam qualidade, segurança e sustentabilidade dos produtos. (?)
 - abrem novos mercados e permitem “iguais” condições.
- ❑ Innovation-oriented **procurement**.

10 forward-looking projects were launched in the last legislative period:



The CO₂-neutral, energy-efficient, climate-adapted city



Renewable resources as an alternative to oil



The intelligent transformation of the energy supply



Treating illness more effectively, with individualised medicine



Better health via effective prevention and healthy diets



Living an independent life well into old age



Sustainable mobility



Internet-based services for business and industry



Industry 4.0

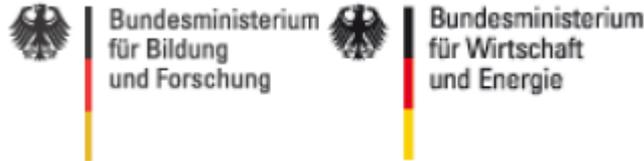


Secure identities

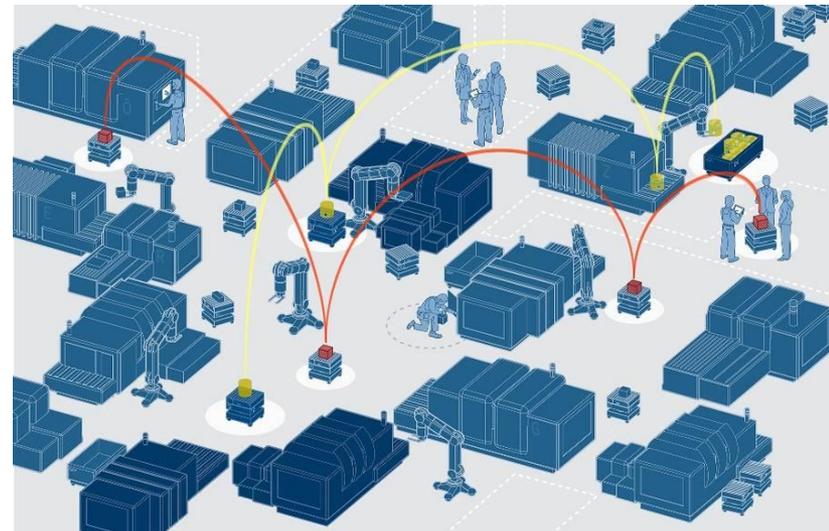
- ❖ A HTS enfatiza a Economia Digital em que a Indústria 4.0 é parte fundamental.
- ❖ **Reconhece a força industrial da Alemanha como decorrente, em grande parte, de sua especialização em pesquisa, desenvolvimento e produção de tecnologias inovadoras.**
- ❖ Diagnóstico de que as **capacitações acumuladas** em engenharia, manufatura e TI, bem como o know-how que possui no tocante a sistemas embarcados e engenharia de automação permitem que o país se posicione como líder em “*manufacturing engineering industry*”.
- ❖ Ênfase em Sistemas Ciber-Físicos, que no ambiente manufatureiro envolvem máquinas inteligentes, sistemas de armazenamento, instalações capazes de gerar/trocar informação autonomamente e desencadear ações. [automação, sensores, comunicação, ...]
- ❖ Fábricas “inteligentes”:
 - ❑ Convergência do mundo real e virtual, formando uma “internet das coisas”.
 - ❑ Produção em escala de produtos individualizados em ambientes altamente flexíveis.
 - ❑ Sistemas embarcados verticalmente e horizontalmente conectados a outras fábricas, empresas e clientes.

- ❖ A Indústria 4.0 se relaciona com a **resolução de problemas** importantes, como eficiência energética e visa a conferir maior produtividade ao nível da firma.
- ❖ Pré-condição: Alemanha deve adotar uma **estratégia ‘dual’**.
 - ❑ Aumentar eficiência das fábricas alemãs e da produção doméstica. Integrar TICs em segmentos para se consolidar como fornecedor global de *smart manufacturing*.
 - ❑ Exportar tecnologias e produtos (criar novos mercados).
- ❖ Existência de base industrial robusta (grandes e *hidden champions*) e de ambiente de pesquisa (ex: Fraunhofer). Reconhece que atividades de pesquisa e desenvolvimento precisam ser acompanhadas de decisões de política. São necessárias ações em áreas-chave:
 - ❑ Criação de padrões e arquitetura de referência
 - ❑ Infraestrutura de banda larga para a indústria
 - ❑ Segurança (instalações, proteção de informação, ...)
 - ❑ Ambiente regulatório e proteção de dados (legislação, diretrizes, contratos, ...)
 - ❑ Organização do trabalho e treinamento
- ❖ “As fábricas mais inteligentes ‘liberam’ o trabalhador de tarefas rotineiras, permitindo que possam se concentrar em tarefas mais criativas”.

Alemanha: plano para a Indústria 4.0



 acatech DEUTSCHE AKADEMIE DER TECHNIKWISSENSCHAFTEN | NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE AND ENGINEERING



“we often hear that China will become the ‘factory of the world’, an assertion that will probably come true. But hardly anyone asks the ensuing question, ‘Who builds this factory of the world?’ Germany...” – Hermann Simon (2009)

- ❖ Identificação e desenvolvimento de tecnologias emergentes e materiais.
- ❖ Estratégia “*mission oriented*” e projetos específicos.
- ❖ Papel do governo federal no que se refere a puxar o desenvolvimento da manufatura avançada no país.
 - ❑ Coordenação e mobilização de agentes.
 - ❑ *Funding* para desenvolvimentos.
 - ❑ Regulação e novos mercados.
- ❖ Demanda efetiva derivada de exportações.
- ❖ Aproveitamento de institutos como Fraunhofer e dos campeões nacionais e *hidden champions* e criação de novos institutos dedicados.

0) Origem e Preocupações

1) Introdução

2) Futuro da Indústria

3) Importância da Indústria

4) Principais Experiências

5) Considerações

❖ O que há de comum nas iniciativas estadunidense e alemã?

- ❑ Políticas de inovação que apoiem o surgimento de novas tecnologias habilitadoras (*“enabling technologies”* ou *“key technologies”*).
- ❑ Investimentos massivos do governo e da iniciativa privada em institutos especializados voltados para o desenvolvimento de novas tecnologias.
- ❑ Formação de consórcios de empresas e ICTs e estímulo ao desenvolvimentos dos *“commons”*.
- ❑ Envolve atividades que dependem do uso e coordenação da informação, automação, computação, sensoriamento, conexão por redes; e materiais avançados e competências emergentes que se tornam possíveis a partir de avanços em campos do conhecimento como a física e as ciências biológicas.
- ❑ Resulta em novas formas de fabricar e desenvolver produtos existentes e a manufatura de novos produtos utilizando novas tecnologias.

Principais pontos em comum	EUA	ALEMANHA
Demanda efetiva	Compras públicas (defesa, energia e saúde)	Mercado externo (periferia europeia)
Tecnologias habilitadoras	Manufatura aditiva, nano e biomanufatura, novos materiais (inclusive compósitos e mais leves), TICs, semicondutores, fotônica, eletrônica de próxima geração, ...	
Infraestrutura de inovação	Criação dos IMIs	Institutos como Fraunhofer
Áreas de atuação	Defesa (dual), energia, saúde, ...	Energia, saúde, mobilidade, segurança e comunicação, ...
Base empresarial	GE, Boeing, Lockheed Martin, IBM, Honeywell, ...	Siemens, VW, Kuka, Bosch, Festo, ...

❖ O que há de novo?

- ❑ O que pode diferenciar este movimento de avanço tecnológico dos demais é a **convergência e combinação destas tecnologias habilitadoras** em diversos graus de maturidade em produtos e processos, que podem levar a mudanças mais disruptivas.

❖ E o que há de velho?

- ❑ Dentro do contexto da competição global das economias avançadas e das mudanças na natureza da atividade manufatureira, diversos países adotaram estratégias de reposicionamento de sua economia e de sua indústria.

- ❖ Os países avançados reabilitaram a política industrial com uma abordagem que congrega alguns elementos:
 - ❑ Abordagem “*mission oriented*”
 - ❑ Ênfase na combinação de tecnologias habilitadoras
 - ❑ Fortalecimento das capacitações coletivas (*industrial commons*)

- ❖ É precipitado afirmar que se trata de uma nova revolução? Prolongamento do processo de automação industrial, explorando possibilidades abertas por TICs?

- ❖ Certamente não se trata de um movimento disruptivo **espontâneo**, mas de ações de política industrial que procuram incorporar os avanços tecnológicos em curso.
 - ❑ Movimento em fase inicial
 - ❑ Longo (e incerto) período de maturação
 - ❑ Convivência de diversas “safras” de tecnologia e manufatura híbrida
 - ❑ É possível que seja uma variante da 3ª Revolução Industrial

- ❖ Identificação de **projetos estruturantes** em setores capazes de impulsionar a **demanda** (ex: P&G, saúde, energias renováveis, agroindústria, etc.) e para resolver os problemas específicos:
 - ❑ Estímulo ao desenvolvimento de tecnologias habilitadoras (“*enabling technologies*”), materiais avançados (mais leves, compósitos, biomanufatura, etc.), TICs, semicondutores, ...
 - ❑ Incorporação das tecnologias habilitadoras em novos processos e/ou produtos
 - ❑ Incentivo à formação e reforço dos “*commons*” no Brasil, partindo das estruturas existentes e relacionadas aos tópicos acima (por ex: Institutos SENAI de Inovação, instituições como a Embrapa, programas como o P&D Aneel e P&D ANP, ...)

Contatos

Luiz Daniel Willcox: ldws@bndes.gov.br

Gabriel Daudt: gabriel.daudt@bndes.gov.br