

Engenharia e escolástica: a perda da capacidade de questionar

Gabriel de Castro Sismeiro - gabrielkstroo@gmail.com

Curso de Graduação em Engenharia Mecânica - UFSC
88.040-420 - Florianópolis - SC

Marcelo de Freitas Merizi - marcelo.fmerizi@gmail.com

Curso de Graduação em Engenharia Mecânica - UFSC
88.070-040 - Florianópolis - SC

Resumo

Descartes escreveu a sua obra como uma crítica ao método escolástico que acreditava que as coisas existem simplesmente porque “precisam” existir, ou porque assim deve ser. Em alguns momentos parece que os professores das escolas de engenharia brasileiras são escolásticos, perderam a capacidade de questionar. Então o que esperar de nossos graduandos de engenharia? O que esperar do impacto que suas atitudes irão gerar na sociedade? Parece fazer sentido que um bom médico saiba dizer os efeitos colaterais de sua solução (remédio, cirurgia, tratamento etc), e de fato todo paciente preocupado quer entender essas externalidades. Se essa lógica faz sentido, porque nossos engenheiros não sabem reconhecer os efeitos colaterais dos “remédios” que propõe ao “desenvolvimento” tecnológico? Qual é o papel dos professores das escolas de engenharia nesse contexto? É visando responder a esses questionamentos e gerar desconforto que esse artigo foi escrito trazendo embasamentos sobre sistemas complexos, análise das diretrizes educacionais propostas pelo Ministério da Educação e comparação com tendências contemporâneas da engenharia. O quanto de verdade você suporta?

Palavras-chave: sistemas complexos; complexidade; positivismo; ciência, tecnologia e sociedade.

1. Introdução

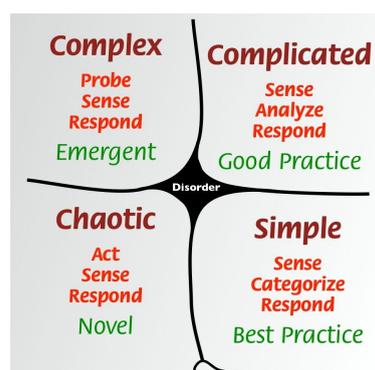
Descartes foi um filósofo famoso pelas suas contribuições científicas, sendo o responsável por boa parte da sistematização do conhecimento a que temos acesso. Primeiramente com ensaios voltados ao campo filosófico sua premissa fundamental era a de que o ato de duvidar é indubitável, ou seja, a dúvida é o primeiro passo para se chegar ao conhecimento. Sua lógica alastrou-se pelas mais diversas áreas do conhecimento, tornando-se inclusive um dos responsáveis pelo nascimento da geometria analítica fornecendo assim as bases para o cálculo de Isaac Newton e Gottfried Leibniz. Mas será que apesar de suas grandes contribuições o seu pensamento é viável para a resolução dos problemas atuais? Será que os problemas que a nossa sociedade enfrenta são passíveis de um sistema cartesiano, onde a coordenada x sempre resultará no mesmo resultado em y ?

A existência do ser humano sempre andou de mão dadas com a convivência com problemas e com o passar dos anos a humanidade aperfeiçoou a maneira de resolvê-los.

Um problema é a representação da lacuna entre o estado desejado e o estado atual, mas muito mais do que isso a sua resolução pode ser a materialização de uma oportunidade potencial que residia nesta lacuna. Várias ferramentas para resolução e análise de problemas foram desenvolvidas na história da humanidade, porém podemos dividi-las em duas grandes famílias: ferramentas de categorização e ferramentas de “sense-making”. Ferramentas de categorização são ferramentas onde a ferramenta precede os dados, ou seja, basta dar os inputs e assim tomar uma decisão sem que uma análise da natureza das informações seja necessária. Por outro lado, as ferramentas de “sense-making” são aquelas onde no processo social de construção os dados precedem a ferramenta, ou seja, a ferramenta emergiu a partir dos padrões dos dados e permite que possamos realizar uma análise dos mesmos a partir de sua natureza.

Uma das ferramentas “sense-making” mais utilizadas para analisar problemas é denominada Diagrama de Cynefin. Baseada no entendimento do que é ordem e desordem a ferramenta engloba quatro tipos de problemas: simples, complicados, complexos e caóticos, cada com suas particularidades e approaches de solução. Um problema simples é aquele em que as relações de causa e efeito são facilmente identificáveis, dessa maneira ele é previsível e podemos aplicar a ele sempre a melhor solução (best practice). Quando citamos um problema complicado as relações entre causa e efeito também são identificáveis, porém para cada expertise uma solução é justificável para o mesmo problema. Ou seja, não se trata de uma “best practice”, mas sim de uma “good practice”. Problemas complexos podem ser definidos como uma colcha de retalhos, ou como alguns autores descrevem como o “pulo do sapo”: tente pegar um sapo, você pode não saber para onde ele vai pular, mas sabe que ele vai pular e pode influenciar a direção do pulo cercado ele (restrições). Nesse padrão, as relações de causa e efeito não são claras, dessa maneira sabemos que algo influencia o sistema, mas não necessariamente sabemos qual é essa variável. Sendo assim, esse tipo de problema deve ser solucionado por meio de testes (safe fail experiment), ou seja a solução emerge a partir da interação com o sistema. Por último, um problema caótico é aquele em que o problema exige agilidade para correção, podendo ser analogamente comparado a um incêndio.

Figura 1 - Diagrama de Cynefin



Muitas vezes as soluções apresentadas aos problemas não buscam compreender previamente a sua natureza, dessa maneira corre-se o risco de sempre tendenciar a

estratégia de resolução para a de nossa preferência, a que estamos mais acostumados. Os professores das escolas de engenharia possuem dificuldade em diferenciar esses tipos de problemas e normalmente tendem a entender todos os problemas como complicados, ou seja, solucionáveis apenas a partir de uma abordagem que envolva a sua expertise. Dessa maneira, um professor de termodinâmica vai abordar todos os problemas a partir das leis que regem essa área de conhecimento que envolve suas preferências. Há diversos autores tentando emplacar uma denominação para a era tecnológica em que vivemos, mas independentemente do nome para ela um dado é fato: desde a globalização a complexidade dos sistemas aumentou em taxas nunca vistas antes. Vivemos literalmente em uma colcha de retalhos e precisamos urgentemente perceber que nesse ambiente as relações são maiores que as próprias partes.

Durante a Guerra Fria, o governo dos Estados Unidos levantou um questionamento a um engenheiro chamado Paul Baran, colaborador da RAND Corporation: “qual a melhor maneira de derrubarmos a comunicação de um país?”. A partir dessa pergunta Paul Baran traçou três representações: uma rede centralizada, multi-centralizada (descentralizada) e distribuída que serão explicadas a seguir.

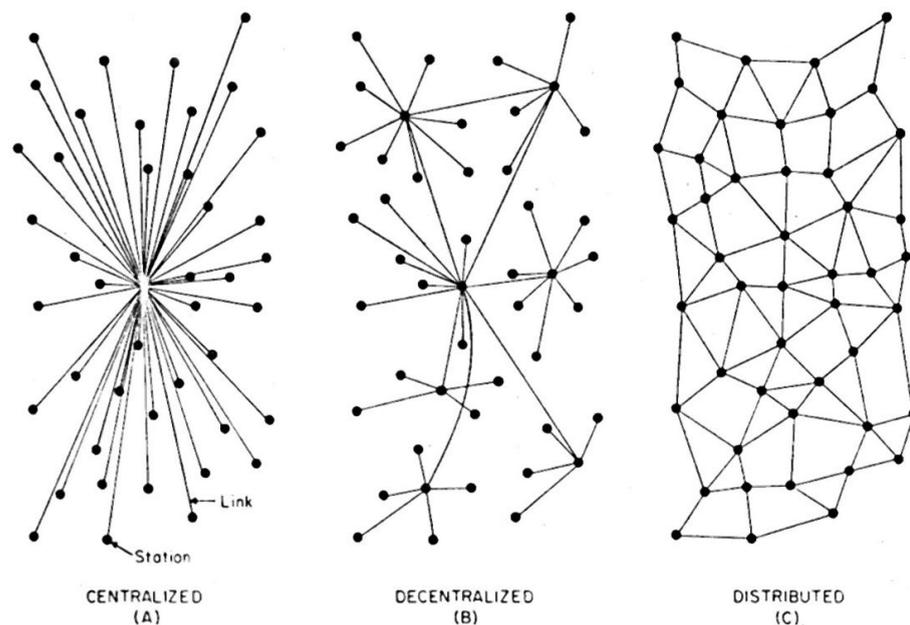


Figura 2 - Diagrama de Paul Baran

A rede centralizada é aquela em que todos os fluxos de informação partiam de um único ponto, uma central, sendo assim, caso ela fosse destruída todos os nodos iriam ruir. A segunda representação apresenta diversos centrais de comunicação, sendo assim ao destruímos um centro derrubamos um cluster de nodos. E por último teríamos a rede distribuída, que na visão de Baran, seria a ideal pois as distâncias entre os nodos eram as menores possíveis e não havia um centro de distribuição. Dessa forma, esse arranjo permitiria uma capacidade de se auto-organizar e teria fluxos de informação mais rápidos. Note que apesar das representações apresentarem estruturas de conexão diferentes os

nodos estão todos no mesmo local mostrando que estruturas são tão importantes quanto ou mais importantes do que as partes que as definem.

Esse problema da década de 60 nos mostra que a lógica cartesiana, vício de nossos professores, não é viável para abordar problemas complexos, pois a tecnologia individual de cada torre poderia ser a melhor possível, mas a visão holística é que determinaria a eficácia do sistema. Logo, o processo de quebrar o problema em partes menores, resolvê-las individualmente e depois reuni-las pode não gerar o resultado esperado, visto que as relações, o capital social, é maior do que a soma das partes. A abordagem destes tipos de problemas necessita inovação, multidisciplinaridade e para os professores universitários, tomada de consciência.

2. Estudo curricular

O volume de controle global tem apresentado essas características principalmente pela influência da tecnologia: locus de atuação do engenheiro. Esse “desenvolvimento” complexo permitiu que fronteiras geográficas fossem apagadas, acelerou processos de produção, interligou setores da economia, tendenciou custos marginais à zero e etc. Sendo assim, produzir um produto não pode ser visto como apenas um processo rotineiro, mas sim como uma operação que gera externalidades e influências na cadeia produtiva que nem sempre conseguimos prever. A partir dessa percepção surgiram alguns questionamentos:

- Os currículos acompanham as tendências globais de ensino de engenharia no mundo?;
- Os currículos acompanham as demandas de mercado?;

Por fim com os insumos das perguntas acima o objetivo é o de responder o questionamento a seguir:

- Estaria a taxa de aumento da complexidade contemporânea crescendo mais rapidamente do que a atualização do currículo do cursos de engenharia?;

Devido aos limites desta pesquisa optamos por realizar essa análise apenas com o currículo do departamento de engenharia mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina. Apesar das restrições amostrais temos interesse em adicionar mais perguntas e em expandir a análise para todo o Brasil.

Ao avaliarmos as tendências educacionais não só de ensino de engenharia, verificamos que devido ao aumento da complexidade dos problemas as universidades tendem a trabalhar com multidisciplinaridade e com maior autonomia para o graduando, ou seja, com a possibilidade de escolher os rumos de sua graduação. As boas práticas apontam para universidades que estimulam que os alunos possam cursar disciplinas de departamentos não só relacionadas à engenharia como ciências sociais, filosofia, história e etc. Além disso, os graduandos possuem cargas horárias com espaços determinados para ter mentoria com o professor e não uma aula no formato de um treinamento. Nessas escolas de ponta, a figura do professor é muito mais de mentor, facilitador do processo de

aprendizagem do aluno do que aquele que irá definir por ele os meandros do processo educacional. Sendo assim, os alunos passam muito mais tempo em biblioteca e sala de professores do que em sala de aula. Como resultado essas universidades apresentam número de registro de patentes muito maior do que as universidades brasileiras e ainda geram muito mais retorno sobre investimento dos impostos por meio, por exemplo, de centros universitários de empreendedorismo. Traduzindo em números o MIT em 2015 gerou o equivalente ao PIB brasileiro a partir das startups desenvolvidas pelos seus alunos de engenharia.

Ao observarmos o nosso currículo encontramos uma carga horária mínima para conclusão de curso de 4446 horas aula, sendo 576 para disciplinas optativas e 522 para o estágio obrigatório. O primeiro questionamento levantado ao observar esses números foi: por que nosso currículo apresenta um número maior de horas de optativas do que de estágio obrigatório? O segundo foi: porque uma carga horária de disciplinas optativas tão alta? Quando comparamos esses dados com o curso de Engenharia Química a carga horária de optativas é de apenas 180 horas aulas. Parece que temos um curso viciado em indicadores falhos: analisamos a produtividade como se número de horas aula fosse sinônimo de maior aprendizado. Segundo dados do Conference Board de 2015, um trabalhador estadunidense produz o equivalente a quatro brasileiros. Acreditamos que nosso departamento é reflexo dessa falsa noção de eficiência. É também preocupante ver que nenhuma das disciplinas de nosso departamento busca trabalhar as competências relacionadas à inteligência emocional dos graduandos, essa que vem sendo uma das áreas de maior crescimento dentro da tomada de decisão. Aprendemos que lidamos com números e máquinas e gostamos de nos gabar por essa falha emitindo comentários preconceituosos com outros cursos e nos conformando com uma incapacidade atual que possuímos. No mínimo, incoerente.

Também identificamos disparidades entre os indicadores de nossa universidade no ranking universitário da Folha de 2016. A curso de engenharia mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina apresenta o 2º lugar em qualidade de ensino, porém 10º no quesito avaliação do mercado. É interessante analisar o indicador de mercado dado que Florianópolis é considerada umas das melhores cidades do Brasil para se empreender. No ranking de cidades empreendedoras do Sebrae 2016, a cidade apresenta-se como a 2º melhor cidade do país para se empreender e a 2º com melhor acesso a capital. Ao analisarmos com criticidade o nosso departamento identificamos que as possíveis causas possam ser o afastamento que o currículo apresenta em relação a algumas tendências de mercado e relacionamento institucional falho com o ecossistema empreendedor da cidade. Em nosso currículo não identificamos nenhuma disciplina além de Tecnologia e Desenvolvimento com foco em discutir problemas complexos e temas ligados à Ciência, Tecnologia e Sociedade, não possuímos foco em empreendedorismo como uma possível solução para geração de renda e empregos ou mesmo o mínimo de entendimento sobre o que é inovação e como gerá-la.

Devido às limitações desta pesquisa não chegamos a avaliar de maneira profunda um questionamento que nos ocorreu: será que as diretrizes educacionais do Ministério da Educação bloqueiam a atualização do currículos das universidades? Apesar de não conseguirmos uma respostas para essa pergunta, neste momento, vale trazer à tona de que algumas universidades no mundo já seguem uma tendência de não se vincularem com os ministérios da educação de seus respectivos países para não gerar atrasos de atualização.

Nos Estados Unidos esse movimento é liderado pela Singularity University, uma universidade que estuda futurismo, tecnologias exponenciais, biomedicina, complexidade e etc. Fundada por um vice-presidente do Google a instituição de ensino atualiza seu currículo de maneira tão acelerada, acompanhando com a tendência de mercado, que não vale a pena se vincular às burocracias do ministério da educação estadunidense. Caso ainda não tenha ficado claro o atraso de nossa universidade trazemos algumas questões sociais relevantes que hoje grandes centros de engenharia discutem e que provavelmente não são do seu conhecimento.

3. Questões sociais

3.1 Engenharia genética

Seres humanos fazem seleção genética por milhares de anos, através disso deixamos mais fortes as características mais úteis em plantas e animais. Nos tornamos bons nisso, mas nunca entendemos realmente como isso funcionava, até descobrirmos o DNA, uma molécula complexa que guia o crescimento, desenvolvimento, função e reprodução de tudo que está vivo. A informação está codificada na estrutura dessa molécula. Mude as instruções e você mudará o ser.

Desde que o DNA foi descoberto em 1953, experimentos foram realizados para testá-lo. Em 1960s foram feitos testes bombeando radiação em plantas, causando mudanças genéticas aleatórias, com o intuito de conseguir uma planta útil contando com a sorte, às vezes funcionava.

Em 1970s, cientistas começaram a injetar fragmentos de DNA dentro de bactérias, plantas e animais, para estudá-los e modificá-los para pesquisa, medicina, agricultura e diversão. O primeiro animal geneticamente modificado, um rato, surgiu em 1974, fazendo com que ratos se tornassem ferramenta padrão de pesquisa, o que acabou salvando milhões de vidas.

Em 1980s, a engenharia genética se tornou comercial. A primeira patente foi concebida por um micróbio geneticamente modificado para absorver petróleo. Atualmente, produzimos vários produtos químicos por meio de engenharia genética, como coaguladores, hormônios de crescimento e insulina. Todas coisas que tinham que ser retiradas de órgãos de animais antes disso.

Em 1990s começaram a realizar engenharia genética em humanos e alimentos.

3.2 Engenharia genética em humanos

Em 1990s houve uma leve mudança de pesquisa, agora direcionada a engenharia genética em humanos.

Para tratar infertilidade materna, foram feitos bebês carregando informação genética de três humanos. Citoplasma com mitocôndria saudável é injetado no óvulo. Tornando-os os primeiros humanos a ter três pais genéticos.

Engenharia genética era muito cara, demorada e difícil até pouco tempo atrás. Mas tudo isso mudou com uma nova tecnologia chamada CRISPR. De um dia para o outro o custo da engenharia genética caiu 99%, o tempo que demorava antes foi reduzido em cerca de cinco vezes e, basicamente, todo mundo com um laboratório pode fazer.

Além de barato, preciso e fácil de usar, CRISPR oferece a habilidade de editar células vivas, trocar genes, e estudar certas sequências do DNA. Ela também funciona para qualquer tipo de célula: microorganismos, plantas, animais ou humanos. Apesar de tudo isso, essa é apenas a primeira geração de uma tecnologia que está em desenvolvimento ainda.

Nos últimos anos, essa técnica passou a ser utilizada para a cura de doenças. Em 2015 cientistas usaram CRISPR para curar o vírus HIV de células vivas de pacientes no laboratório, provando que isso era possível. Cerca de um ano depois o projeto foi aplicado em larga escala em ratos que possuíam o vírus da AIDS em 99% das células de seu corpo. Apenas injetando CRISPR na cauda dos ratos foram capazes de reduzir 51% do vírus em suas células por todo o corpo.

Em alguns anos CRISPR pode curar não só a AIDS, como outras doenças causadas por vírus e retrovírus no ser humano, como Herpes. A técnica também pode vir a derrotar o câncer, editando suas células de imunidade, fazendo elas melhores “caçadoras” de células cancerígenas. Em junho de 2016, foram aprovadas clínicas nos Estados Unidos utilizando essa técnica para a cura do câncer.

Há milhares de doenças genéticas, daquelas que apenas atrapalham nossa vida até as que podem ser fatais para o portador. Mais de 3000 delas são causadas por uma simples letra errada no seu código genético. Uma versão modificada de CAS9 (proteína muito precisa, encontrada nas bactérias com a função de evitar que elas sejam infectadas pelo mesmo vírus duas vezes, utilizando a comparação do código genético) que pode mudar essa letra está sendo desenvolvida, a qual virá a corrigir a doença na célula. Em uma década ou duas podemos estar curando milhares dessas doenças. Porém há um problema com esse método, eles são limitados a um indivíduo, e morre com ele, exceto quando usado em células reprodutivas ou embriões.

Mas CRISPR deve ir além, ela pode vir a ser utilizada para criar bebês geneticamente modificados. A tecnologia já existe, tendo sido aplicada duas vezes, sendo que na segunda houve um sucesso parcial, mostrando que é possível, mas ainda há muito estudo a ser feito.

Essa etapa vai começar devagar. Os primeiros bebês modificados geneticamente terão apenas correção no material genético que os impede de desenvolver certas doenças fatais. Com a evolução dessa tecnologia muitas pessoas vão passar a afirmar que a não utilização dessa tecnologia seria antiética, porque estaria negando a cura de uma doença que poderá causar muito sofrimento a criança ou até a sua morte.

Com o passar do tempo e o desenvolvimento dessa tecnologia nossa tentação aumentará. Por que não melhorar o metabolismo do bebê? Ou sua inteligência? Sua aparência? Ou qualquer outra aptidão?

No futuro, humanos geneticamente modificados podem se tornar o padrão da sociedade. Porém, até lá a muito a se desenvolver, já que um simples erro pode vir a ser fatal para o ser que estará sofrendo uma mudança genética.

Também com a evolução tecnológica podemos vir a resolver o maior fator de morte do ser humano, o envelhecimento. Atualmente pensamos que o envelhecimento se deve ao acúmulo de danos às nossas células, como rompimento do DNA e de sistemas responsáveis por renovar essas células desgastadas com o tempo. Porém, há genes específicos que influenciam diretamente no nosso envelhecimento. Uma combinação de engenharia genética e alguma outra terapia poderia retardar o processo.

Sabemos que na natureza há animais imunes ao envelhecimento, como a lagosta e a planária. Talvez nós até possamos pegar emprestado alguns genes deles para nós. Cientistas acham que talvez algum dia envelhecimento deixe de existir. Nós poderíamos vir a morrer de algo, mas nossa expectativa de vida seria muito elevada. A geração que está nascendo hoje poderão viver até os 120 ou 130 anos sem grandes problemas.

Há outras tecnologias que influenciarão na maior expectativa de vida populacional. Uma delas que vale citar aqui é a utilização de impressoras 3D para projetar órgãos para os que necessitam e não conseguem um doador.

É imaginável que pessoas deste século sejam as primeiras a presenciar uma tecnologia que retarde o envelhecimento de alguns seres humanos.

Muito para o futuro poderemos ter humanos geneticamente modificados para viagens espaciais, tendo características físicas que os ajude a sobreviver num ambiente hostil para o ser humano atual.

Entretanto, há desafios no caminho, alguns tecnológicos, alguns éticos.

Apesar de todos esses lados aparentemente positivos, há a chance de países ditatoriais como a Coreia do Norte utilizar essa tecnologia para a guerra, com a criação de super soldados por exemplo.

Não importa o que você pense, engenharia genética virá a afetar sua vida. Apenas participando nós podemos ter certeza de que experimentos futuros serão guiados com cautela, razão, fiscalização, e transparência.

Nossa visão é que essa tecnologia é será muito boa, porém ainda não concordamos com a mudança de genes em bebês apenas pela questão estética ou aptidão física. É muito provável que não estaremos vivos quando a tecnologia alcançar esse nível em grande escala. Além disso, apesar de acharmos que essa é uma opinião geral, achamos que com o tempo ela pode vir a mudar, se tornando aceitável, ou até um padrão (especialmente para famílias ricas) alteraram geneticamente seus descendentes.

3.3 Plantas geneticamente modificadas

A primeira comida modificada geneticamente foi posta a venda em 1994, o tomate Flavr Savr, um tomate com um prazo de validade muito maior.

A partir daí muitas pessoas começaram a reclamar contra as OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) em suas comidas. Mas por que se muitos dos alimentos já sofreram seleção genética previamente? Qual a diferença?

Engenharia genética elimina o fator sorte, gerando o organismo que se deseja. Frutas serão maiores e imunes a pestes. Mas por que pessoas se preocupam com isso?

Um dos argumentos é a mistura entre OGMs e plantas tradicionais, introduzindo características indesejadas. Há muitos métodos de controle, um deles é a separação física entre plantas GMs e as plantas não GMs. Porém, mesmo assim haverá uma mínima mistura entre os dois, gerando uma nova pergunta. A comida proveniente das duas é diferente?

Plantas GMs que são destinadas a comer são fiscalizadas para possíveis perigos, e os resultados são avaliados por múltiplas agências. Depois de vários estudos foi concluído que comer OGMs não é mais arriscado que os não geneticamente modificados.

Plantas que são modificadas para matar pestes contém veneno. Mas esse veneno não é prejudicial ao ser humano. Veneno é questão de percepção, o que pode matar uma

espécie pode não ter perigo para outras, como o café por exemplo, ele é um veneno para insetos, mas não para humanos.

Também há o contrário, plantas resistentes contra herbicidas. Assim, fazendeiros podem usá-los bastantes, matando outras plantas que competem por recursos com a da colheita. Logo, esses fazendeiros acabam utilizando apenas esse método.

Chegamos então à conclusão que a maioria das críticas contra plantas GMs são críticas contra o modo de agricultura moderna e às grandes corporações que controlam nosso suprimento de comida. Essa crítica é muito válida, nós devemos mudar agricultura para um sistema mais sustentável. OGMs como tecnologia é um aliado, ajudando a salvar e proteger a natureza e minimizar nossos impactos ao meio ambiente.

Vamos ver alguns exemplos positivos:

1. A colheita de berinjela importante para Bangladesh, mas com frequência, plantações inteiras são destruídas por pestes. Fazendeiros tinham que depender fortemente em pesticidas. Não apenas se tornava caro, os fazendeiros também ficavam doentes com frequência. A introdução de uma berinjela GM em 2013 acabou com isso, a mesma berinjela de antes, mas agora capaz de matar insetos, apesar de continuar inofensiva para os humanos. Isso reduziu o uso de pesticidas usados em berinjelas em 80%, melhorando a saúde e a renda dos fazendeiros.
2. Em 1990s, a indústria havaiana de mamão estava sobre ataque do vírus da mancha anelar, o qual ameaçava erradicar o mamão havaiano. A solução foi a criação de um mamão modificado geneticamente vacinado contra o vírus.

Para o futuro temos a possibilidade de ter OGMs que poderiam melhorar nossa dieta. Plantas que produzem mais ou diferentes nutrientes que podem ajudar a combater doenças, ou nos providenciar mais vitaminas.

Em grande escala, estamos trabalhando em plantas GMs, mais resilientes às mudanças climáticas e que se adaptam a ambientes hostis. Além de plantas que podem melhorar os gases do meio ambiente, como plantas que absorvem nitrogênio, ou que absorvem muito gás carbônico.

Iremos precisar de mais comida, já que a população mundial continua crescendo. Para não termos que desmatar e aumentar áreas de agricultura, podemos trabalhar melhor a área que já temos com a utilização de OGMs.

3.4 O avanço das máquinas. Por que a automação é diferente desta vez?

Automação significava, máquinas grandes e estúpidas realizando tarefas repetitivas nas fábricas. Hoje elas podem pousar aeronaves, diagnosticar câncer e estoques comerciais. Estamos entrando numa fase de automação diferente de tudo que veio antes. Nas próximas duas décadas, metade dos empregos nos Estados Unidos podem ser automatizados. No Brasil isso levará um pouco mais de tempo, mas a tendência é que cheguemos a esse nível.

No passado, inovação significava trabalho mais fácil e maior produtividade para os seres humanos, ou seja, mais serviços seriam realizados com a mesma quantidade de trabalhadores. Isso eliminou muitos trabalhos, mas criou vários outros que eram melhores, compensando o aumento populacional e melhorando os padrões de vida.

Há uma clara progressão do trabalho dos seres humanos, indo de agricultores, para produtores (depois da Revolução Industrial) e então para realizadores de serviços (com o aumento da automação).

Então, há pouco tempo atrás na história humana, a era da informação surgiu. Nossos empregos estão sendo tomados por máquinas muito mais rapidamente do que no passado. Enquanto empresas da era da informação estão crescendo, elas estão criando cada vez menos empregos.

Exemplos:

1. Em 1979, General Motors empregava mais de 800 mil trabalhadores e faturava cerca de 11 bilhões de dólares. Em 2012, Google faturou cerca de 14 bilhões de dólares tendo apenas 58 mil funcionários.
2. Carros quando foram criados criaram muitas novas indústrias, como as ligadas à gasolina, estradas, peças dos automóveis, infraestrutura ao redor das rodovias, entre outras. O que gerou milhões de empregos, direta ou indiretamente ligados aos carros. Apesar de carros elétricos serem incríveis, eles não criaram tantos empregos.
3. Muitos comparam a criação da internet como tão relevante quanto a da eletricidade. Partindo dessa comparação é fácil notar que a eletricidade gerou muito mais empregos do que a internet. Podemos comparar a Blockbuster que em 2004 tinha cerca de 84 mil empregados e gerava 6 bilhões de dólares anualmente, enquanto em 2016 a Netflix, que “destruiu” a Blockbuster, tinha cerca de 4500 funcionários e gerou 9 bilhões de receita.

A inovação na era da informação não equipara com a necessidade de criação de novos empregos. O que já é ruim vai ser tornar ainda pior, com a nova onda de automação e nova geração de máquinas que estão tomando conta.

Máquinas conseguem aprender tarefas difíceis que previamente só conseguiriam ser executadas por seres humanos através da análise de dados. A pouco tempo humanos começaram a coletar dados sobre tudo, o que facilita o aprendizado dessas máquinas. Comportamento, padrões climáticos, registros médicos, sistemas de comunicação, informações de viagens e informações sobre o que fazemos no trabalho. O que criamos acidentalmente foi uma livreria imensa para máquinas aprenderem como humanos fazem as coisas, e como fazer melhor que eles. Essas máquinas digitais podem ser as maiores eliminadoras de empregos de todos os tempos. E essas máquinas aprendem rápido, muito rápido, podendo substituir muitos empregos especializados num futuro próximo.

Uma empresa em São Francisco oferece um software para grandes corporações que elimina posições de gestão intermediária. Quando contratado para um novo projeto, o software decide quais trabalhos podem ser automatizados e onde são necessários seres humanos. Aí ele ajuda a reunir um time de freelancers pela internet. O software distribui tarefas para essas pessoas e controla a qualidade do trabalho, rastreando a performance individual de cada um até o projeto estar completo. Porém, quando os freelancers completam o trabalho, algoritmos de aprendizado os rastreiam, adquirindo informações sobre seus trabalhos e das tarefas realizadas. Ou seja, o que está acontecendo é que freelancers estão ensinando máquinas a substituí-los. Em média, esse software reduz os custos nestas áreas em 50% no primeiro ano e em outros 25% no ano seguinte.

Esse é só um exemplo, máquinas estão se tornando melhores que humanos em diversas áreas de trabalho. Esses empregos não vão desaparecer da noite para o dia, mas cada vez menos humanos estarão os realizando.

Não basta substituir empregos antigos por novos, temos que criar empregos para equilibrar com o crescimento populacional. Desde 1973 a geração de empregos anuais nos Estados Unidos vem diminuindo. No Brasil, em 2015 e 2016 houve uma redução no número de empregos, logo muitas pessoas ficaram desempregadas. O panorama brasileiro começou a mudar um pouco em 2017, mas continua alarmante, com destaque para a área de serviços, onde tivemos maior número de empregados.

Esses dados estão começando a afetar padrões de vida. No passado era claro que com o aumento de produtividade mais e melhores empregos seriam criados, mas os números mostram o contrário.

Além disso, o número de pessoas com diploma de faculdade que trabalham em áreas onde não são necessários esses diplomas estão aumentando. Nos Estados Unidos esse número já chegou aos 40%.

Apesar de a maioria das análises sendo feitas para os Estados Unidos, ela é muito aplicada para o Brasil, já que podemos esperar que a tecnologia usada para trabalhos lá chegará até aqui depois de algum tempo. Logo, os problemas vividos por eles hoje serão nossos problemas para amanhã.

Mesmo com uma análise meio negativa, pode ser que essa automação venha a ser positiva, diminuindo a pobreza em larga escala. Uma visão positiva que podemos ter é que com a evolução tecnológica não ficaremos presos às ideias de hoje, onde muitos tem que trabalhar em empregos que não gostam, apenas alguns empregados gerando riqueza para todos com o auxílio das máquinas. Uma sociedade onde todos façam o que gostem, recebendo ou não por isso, alguns vão querer ter essa vontade de trabalhar em conjunto com as máquinas gerando recursos para todos, outros podem se dedicar a áreas que gostam, como atuar, praticar algum esporte ou simplesmente viajar e aproveitar a vida. Essa visão leva em conta que a tecnologia sempre veio para melhorar nossa vida, mas para essa nova sociedade se formar é preciso que os conceitos de vida hoje mudem muito.

Outra visão é que essa pode ser apenas uma fase passageira da história humana e os empregos podem voltar a crescer num futuro próximo, sem uma mudança radical na sociedade que conhecemos. Também vale lembrar que o crescimento populacional está cada vez menor, em certos países há inclusive uma redução populacional.

Nós não temos a resposta ainda, essas são apenas previsões para o futuro. Para que o pior não aconteça, precisamos pensar bem e rápido, porque uma coisa é certa, as máquinas não estão chegando, elas já estão aqui.

4. Conclusão:

É nítida a velocidade com que o mundo contemporâneo vem se transformando, porém também é claro que a nossa universidade não acompanha essa taxa de crescimento. Presa nas tramas do ego de professores arcaicos que fazem com que a sala de aula seja um reflexo do chão de fábrica, hoje fazemos treinamento e não educação. Mais e mais disciplinas são criadas neste departamento e parece que ninguém se pergunta o porquê. Não é estranho perceber que nosso curso oferece cada vez mais matérias voltadas a modelos energéticos que tendem a ser cada vez mais ultrapassados? Não é estranho notar

que no advento da era da informação nós não tenhamos cadeiras obrigatórias decentes de programação? Por que ainda resolvemos tudo à mão, sendo que os computadores estão presente por toda a parte? Somos defasados e devido a isso o fardo recai sobre o aluno, que além de cursar várias disciplinas com uma carga horária exorbitante tem que buscar inúmeras fontes externas para preencher os atrasos do curso.

Além do exercício de pensar os métodos educacionais utilizados, nossos professores poderiam desenvolver mais a empatia e compreender que um aluno não é vagabundo por ter dificuldades, ele apenas tem dificuldades, sejam elas de engajamento com os conteúdos estudados, sejam elas relacionadas ao processo de aprender. Caso não tenha ficado claro para você professor, auxiliar os alunos em seu processo de formação mental também é sua função. Os ambientes sociais hoje estão se moldando para receber a geração dos millennials, jovens que possuem um perfil que busca desafios, ganhos de curto prazo, liberdade e autonomia. Para estes a universidade será uma dor, caso ela não se atualize. Esperamos que a partir da apresentação dessas tendências e dos problemas algo seja feito, pelo menos alguém passe a se questionar em relação ao que faz sem seguir o ritmo cadente. O ato de duvidar é indubitável.

5. Referências:

[1] THE Rise of the Machines – Why Automation is Different this Time. 2017. P&B.

[2] ARE GMOs Good or Bad? Genetic Engineering & Our Food. 2017. P&B.

[3] A ENGENHARIA Genética Mudará Tudo Para Sempre – CRISPR. 2017. P&B

[4] MARTELLO, Alexandro. **Após quase 2 anos de queda, emprego formal cresce no país em fevereiro**. 2017. Disponível em:

<<http://g1.globo.com/economia/noticia/apos-quase-2-anos-de-queda-emprego-formal-cresce-no-pais-em-fevereiro.ghtml>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

[5] Berger, Jennifer Garvey; Johnston, Keith (2015). *Simple Habits for Complex Times*. Stanford, CA: Stanford University Press, 237, n. 7.

[6] Snowden, David J.; Boone, Mary E. (November 2007). "[A Leader's Framework for Decision Making](#)". *Harvard Business Review*, 69–76. PMID 18159787

[7] Kurtz, Cynthia F.; Snowden, David J. (2003). "[The new dynamics of strategy: Sense-making in a complex and complicated world](#)" (PDF). *IBM Systems Journal*. **42** (3): 462–483. doi:10.1147/sj.423.0462. Archived (PDF) from the original on 18 September 2006.